



# FACULTAD DE INGENIERÍA

## ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Determinación de plomo (Pb) y cadmio (Cd) mediante el uso del bivalvo (*Tagelus dombeii*) en aguas de la bahía de Sechura, Piura - 2017”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
Ingeniero Ambiental

AUTOR:  
Antonio Díaz Bello

ASESOR:  
Mg Luis Felipe Chavarry Gamarra

LINEA DE INVESTIGACIÓN:  
Calidad y gestión de los recursos naturales

LIMA - PERÚ

2017 - I

## PÁGINA DEL JURADO

A handwritten signature in black ink, featuring a large, stylized 'L' and 'V' that loop together, with the name 'Lorgio Valdiviezo Gonzales' written in a cursive script.

PRESIDENTE  
Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales

A handwritten signature in black ink, featuring a stylized 'A' and 'D' that loop together, with the name 'Antonio Leonardo Delgado Arenas' written in a cursive script.

SECRETARIO  
Dr. Antonio Leonardo Delgado Arenas

A handwritten signature in black ink, featuring a stylized 'J' and 'C' that loop together, with the name 'José Eloy Cuellar Bautista' written in a cursive script.

VOCAL  
Dr. José Eloy Cuellar Bautista

### **DEDICATORIA:**

El presente trabajo de investigación está dedicado:

A mis padres por el apoyo, la confianza y el amor brindado.

A mis familiares, amigos, compañeros y docentes que me brindaron su apoyo desinteresado, que me ha permitido seguir luchando para seguir adelante a pesar de todas las dificultades que se presenten.

A toda persona interesada en este tema que quiera enriquecer y generar nuevas investigaciones.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi mayor agradecimiento a mis padres quienes me apoyaron y me motivaron en el desarrollo de mi tesis.

Agradezco al proyecto Marine Macrobenthic Communities associated to Peruvian Scallop *Argopecten purpuratus* culture (MACOPS): structural and functional diversity, feeding ecology and contaminant exposure de la Universidad de Gante en cooperación con la Universidad de Amberes. Por el financiamiento del muestreo, apoyo en la extracción y el pre-tratamiento de las muestras para mi tesis. Y a todos mis familiares, amigos, docentes por su apoyo y consejo a lo largo del desarrollo de las tesis.

A todos ustedes gracias.

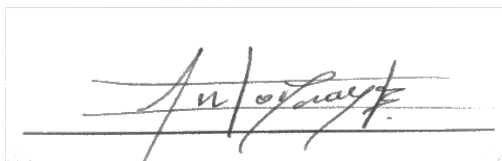
## **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD**

Yo Antonio Diaz Bello con DNI 47898200, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes, consideradas en el Reglamento de Grado y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación es auténtica y veraz.

Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presentan en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de, los documentos como de información aportada por la cual me someto a lo dispuesto en la norma académica de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, Julio del 2017

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Antonio Diaz Bello', is written over a horizontal line. The signature is stylized with some loops and flourishes.

---

**Antonio Diaz Bello**

**DNI: 47898200**

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del jurado:

Ante ustedes presento la tesis titulada “Determinación de plomo (Pb) y cadmio (Cd) mediante el uso del bivalvo (*Tagelus dombeii*) en aguas de la bahía de Sechura, Piura - 2017” con la finalidad de determinar la presencia de Pb y Cd en aguas de la bahía de Sechura mediante un nuevo enfoque de monitoreo y vigilancia ambiental de los ecosistemas marinos. En cumplimiento del reglamento de grados y títulos de la Universidad Cesar Vallejo para obtener el título profesional de Ingeniería Ambiental.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

**ANTONIO DIAZ BELLO**

## INDICE

CARATULA .....	I
PÁGINA DEL JURADO .....	II
DEDICATORIA: .....	III
AGRADECIMIENTO .....	IV
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....	V
PRESENTACIÓN .....	VI
RESUMEN .....	IX
ABSTRACT .....	X
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>11</b>
1.1 Realidad Problemática .....	12
1.2 Trabajos Previos .....	13
1.3 Teorías relacionadas al tema .....	18
1.4 Formulación del problema .....	23
1.5 Justificación del estudio .....	23
1.6 Objetivos .....	24
<b>II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>25</b>
2.1 Diseño de investigación .....	25
2.2 Variables, operacionalización .....	26
2.3 Población y Muestra .....	28
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	30
2.5 Métodos de análisis de datos .....	30
2.6 Aspectos éticos .....	31
<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>32</b>
<b>IV. DISCUSIÓN .....</b>	<b>49</b>
<b>V. CONCLUSIÓN .....</b>	<b>50</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>51</b>
<b>VII. REFERENCIAS .....</b>	<b>52</b>

## Lista De Figuras

FIGURA 1 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	27
FIGURA 2 MAPA DE LA BAHÍA DE SECHURA .....	28
FIGURA 3 MAPA DE LOS PUNTOS DE MUESTREO.....	29
FIGURA 4. IMAGEN DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN DE LA BAHÍA DE SECHURA. ....	60
FIGURA 5. IMAGEN PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LA NAVAJUELA (TAGELUS DOMBEII) .....	61

## Lista de tablas

TABLA 1 CONCENTRACIÓN DE PLOMO (Pb).....	32
TABLA 2. CONCENTRACIÓN DEL CADMIO (Cd) .....	36
TABLA 3: PESOS.....	40
TABLA 4. TALLAS .....	43
TABLA 5. RESULTADOS ESTADÍSTICOS .....	46

## Lista de gráficos

GRÁFICO 1 CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN EL PUNTO DE MUESTREO 1 .....	33
GRÁFICO 2. CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN EL PUNTO DE MUESTREO 2 .....	34
GRÁFICO 3. GRÁFICO DE RESUMEN .....	35
GRÁFICO 4. CONCENTRACIÓN DE CADMIO EN EL PUNTO DE MUESTREO 1 .....	37
GRÁFICO 5. CONCENTRACIÓN DE CADMIO EN EL PUNTO DE MUESTREO 2 .....	38
GRÁFICO 6. GRÁFICO DE RESUMEN .....	39
GRÁFICO 7 PESOS DE LOS BIVALVOS EN EL PUNTO DE MUESTREO 1 .....	41
GRÁFICO 8. PESOS DE LOS BIVALVOS EN EL PUNTO DE MUESTREO 2 .....	42
GRÁFICO 9. BIOMETRÍA DE LOS BIVALVOS EN EL PUNTO DE MUESTREO 1.....	44
GRÁFICO 10. BIOMETRÍA DE LOS BIVALVOS EN EL PUNTO DE MUESTREO 2.....	45
GRÁFICO 11. CONCENTRACIÓN PB VS STANDAR SANIPES.....	47
GRÁFICO 12. CONCENTRACIÓN PB VS STANDAR SANIPES.....	48



## RESUMEN

La bahía de Sechura es un área impactada por diversas actividades como la maricultura, la industria, minería y por efluentes urbanos, presentando un gran problema para los ecosistemas marinos, para los recursos hidrobiológicos y para el hombre. Por ello se realizó la presente investigación, con el objetivo de determinar plomo y cadmio biodisponibles mediante el uso del bivalvo *Tagelus dombeii* que es una especie tolerante a la concentración de metales, presenta poco movimiento, posee la capacidad de filtrar agua para alimentarse y se encuentra enterrada de 5 a 10 cm del sedimento en el fondo marino. Favoreciendo la acumulación de metales en sus tejidos. Por tal motivo se planteó un diseño metodológico que consistió en la selección de 2 puntos de muestreo en la zona sur de la bahía de Sechura, cerca al área conocida como los barrancos, se extrajeron 10 individuos de cada punto mediante buceo semi-autónomo, de los cuales se seleccionaron 4 muestras representativas de similar tamaño de longitud valvar, en el punto 1 se presentaron muestras desde 8.09 hasta 8.59 cm y en el punto 2 desde 6.94 hasta 7.3 cm. Estas muestras fueron extraídas y conservadas en cooler con hielo y gel refrigerante hasta su transporte a laboratorio, en laboratorio se deshielaron y lavaron las muestras con agua destilada a fin de quitar los sedimentos hallados dentro del bivalvo, las muestras se pesaron, se les realizó la biometría y se diseccionaron los tejidos comestibles que conforman el músculo, manto, sifón y pie del bivalvo, se homogenizaron los tejidos a fin de obtener una submuestra de 1.5 gramos de tejido comestible húmedo. Las muestras fueron digestadas con 5 ml de HNO<sub>3</sub> puro en viales y se usó un digestor a 100 °C por 8 horas, una vez digestadas se recuperó el contenido y se filtró en fioles de 25 ml, el extracto obtenido fue aforado con 20 ml de HCl a 0.1 normal. Una vez realizado este proceso, se procedió a lectura en espectrofotometría de absorción atómica de flama en la Universidad Nacional Agraria la Molina. Obteniendo los siguientes resultados: Se determinó la presencia de plomo en el punto de muestreo 1, en una concentración de (0.09 hasta 0.75) y en el punto 2 de (0.14 hasta 0.78) encontrándose por debajo de límite máximo permitido por SANIPES. En el caso del cadmio punto de muestreo 1, se hallaron en una concentración de (0.60 hasta 1.51) y en el punto 2 de (0.16 hasta 1.76) encontrando 3 muestras por encima del límite máximo permitido por SANIPES dejando en evidencia la presencia de un mayor contenido de cd biodisponible en aguas de la bahía de Sechura.

## ABSTRACT

The Sechura bay is an area impressed by diverse activities like the maricultura, the industry, mining and for effluent urban, presenting a big problem for the marine ecosystems, for the hidrobiological resources and for the man. By it the present investigation was realized, with the target to determine bioavailable lead and cadmium by means of the use of the bivalve *Tagelus dombeii* that is a tolerant species to the metal concentration, it presents little movement, it possesses the aptitude to leak water to feed and one finds buried from 5 to 10 cm of the sediment in the ocean floor. Favoring the metal accumulation in their tissues. For such a motive there appeared a methodological design that consisted of the selection of 2 points of sampling in the south area of the bay of Sechura, fence to the area known as the ravines, 10 individuals of every point were extracted by means of semiautonomous diving, of whom there were selected 4 samples representative of similar size of length valvar, in the point 1 samples appeared from 8.09 up to 8.59 cm and in the point 2 from 6.94 up to 7.3 cm. These samples were extracted and preserved in cooler with ice and refrigerating gel up to its transport to laboratory, in laboratory the samples were thawed and they washed the samples with distilled water in order to remove the sediments found inside the bivalve, the samples were weighed, there realized the biometrics and dissected the eatable tissues that shape the muscle, cloak, siphon and foot of the bivalve, the tissues were homogenized in order to obtain a subsample of 1.5 grams of humid eatable tissue. The samples were digestadas with 5 ml of HNO<sub>3</sub> purely in roads and a digestor was used to 100 °C for 8 hours, once digestadas the content recovered and it filtered in fiolas of 25 ml, the obtained extract was appraised by 20 ml of HCl to normal 0.1. As soon as this process was realized, one came to reading in espectrofotometría from atomic glitter absorption in the Agrarian National University the Molina. Obtaining the following results: 1 determined the presence of lead in the sampling point, in a concentration of (0.09 up to 0.75) and in the point 2 of (0.14 up to 0.78) being below maximum limit allowed by SANIPES. In case of the cadmium sampling point 1, they were in a concentration of (0.60 up to 1.51) and in the point 2 of (0.16 up to 1.76) finding 3 samples over the maximum limit allowed by SANIPES showing up the presence of a major content of bioavailable cd in waters of the bay of Sechura.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Los océanos conforman el 71% de la superficie terrestre y vienen siendo impactados por diversos efluentes que contienen metales pesados, aguas residuales, pesticidas, residuos sólidos que son derivados de la actividad humana. Siendo un riesgo para las personas, los ecosistemas y el medio ambiente.

Actualmente la Bahía de Sechura es impactada por efluentes urbanos e industriales, maricultura, minería de fosfatos y transporte de hidrocarburos; por ello, se decidió realizar la presente investigación. Para determinar la presencia de metales pesados (Pb y Cd) en ecosistemas marinos mediante el uso de bivalvos. Según Llanes et al. (2002), los bivalvos son ampliamente utilizados por: su potencial bioindicador, su fácil colecta, su identificación sencilla, su gran abundancia y su estilo de vida; ya que son sedentarios o de poco desplazamiento, son grandes filtradores de agua lo cual facilita la acumulación de sustancias del medio en el cual habita. Por estas razones los bivalvos son comúnmente utilizados en estudios de vigilancia ambiental.

Este estudio pretende ser realizado mediante un muestreo en la bahía de Sechura el mes de marzo. Donde se procederá a extraer muestras en 2 puntos de la bahía, en el área conocida como Los Barrancos, con una especie de bivalvo (*Tagelus dombeii*). El muestreo consta de 4 réplicas para cada punto de muestreo, en el caso de los bivalvos se tomaron tallas similares, con el fin de hallar diferencias en la cantidad de metales pesados acumulados en sus tejidos. Se analizaron las muestras en espectrofotometría de absorción atómica para obtener las concentraciones de plomo y cadmio en las muestras de bivalvos extraídos de la bahía de Sechura para después presentar los datos obtenidos.

La presente investigación permitirá determinar la presencia de metales pesados en ecosistemas marinos mediante el uso de una especie de bivalvo como biomonitor; generando un nuevo enfoque de monitoreo de calidad de aguas marinas, siendo una opción más económica y sencilla, que favorece a la vigilancia constante del ecosistema marino.

## **1.1 Realidad Problemática**

En el contexto global, por su gran cantidad de volumen a los océanos se le atribuye la capacidad de dilución infinita, considerándose, un vertedero para los desechos del hombre. Lastimosamente el proceso de dilución no es tan rápido y en algunos casos, la dispersión y movilidad del contaminante es lenta, por ello en ciertas zonas los contaminantes suelen acumularse generando grandes concentraciones que afectan al ecosistema marino (Waldichuk, M.1978, 9p.).

Guillen et al (1980) en el informe N° 77 sobre contaminación marina en el Perú, el aumento del volumen y diversidad de los desechos industriales provenientes de las industrias pesqueras, mineras y siderúrgicas situadas en las costas peruanas generan un gran aporte de contaminantes cuyos efectos son nocivos en los organismos marinos y en la salud humana.

La bahía de Sechura se ubica en el litoral de la provincia de Sechura, departamento de Piura. Comprende un área aproximada de 1120 km<sup>2</sup>; en esta zona desemboca el río Piura el cual es un aportante de sedimentos y efluentes a la bahía. En esta bahía se realizan actividades como la maricultura, transporte marítimo, minería y transporte de hidrocarburos. (Área Funcional de Investigaciones Marino Costeras, 2014 p.)

Según Area Funcional de Investigaciones Marino Costeras (2014) en el informe del proyecto de evaluación y determinación de los impactos ambientales generados por las principales actividades productivas en la bahía de Sechura y zonas aledañas. La actividad de urbanización, maricultura y transporte marítimo son las actividades que afectan el ecosistema marino de la bahía de Sechura con niveles de impacto moderado. En cuanto a los mayores impactos se han centrado en el hábitat, ya que comunidades de concha de abanico han mostrado tolerancias al cromo y cierta susceptibilidad al cadmio presentando su bioacumulación. Cabe recalcar que los asentamientos aportan efluentes urbanos e industriales que terminan en el mar sin previo tratamiento, siendo un primordial riesgo para la salud humana y el medio ambiente. (Ver en Anexo. Figura 3)

## 1.2 Trabajos Previos

**Benedicto [et al.] (2003)**, en el artículo Distribución espacial y tendencias temporales de los niveles de metales traza en el litoral de Andalucía utilizando mejillón *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 como organismo indicador: 1991-2003, cuyo principal objetivo fue proporcionar un sistema para evaluar el estado actual y las tendencias de la calidad química de las aguas costeras del Mediterráneo Peninsular. Se planteó un diseño metodológico que consistía en muestreos anuales (mayo - junio) en 13 puntos, donde se tomaron cuatro muestras compuestas de 50 mejillones por punto, los cuales fueron lavados y limpiados con agua de mar para su posterior análisis en laboratorio. Los ejemplares de las muestras destinadas a análisis químico son abiertos y drenados en cabinas de flujo laminar, separando las partes blandas para liofilización, molturación y homogeneización, hasta conseguir una harina del mejillón. La mineralización de las muestras se realizó en un horno (MDS 2000 650W, CEM), digestando con ácido nítrico y utilizando reactores a presión. Los análisis cuantitativos se realizan en espectrofotometría de absorción atómica de llama (Analyst-100, Perkin Elmer) para cinc y cobre; con cámara de grafito (4110-ZL, Perkin Elmer) para cadmio y plomo, y un sistema de análisis por inyección de flujo (FIMS, Perkin Elmer) para mercurio. Para determinar tendencias temporales de las concentraciones de metales se aplicó el test no paramétrico de Mann-kendall. Alcanzando los siguientes resultados las concentraciones de mercurio, cobre y plomo tienden a disminuir, siendo el mercurio el que mejor refleja esta tendencia. Los niveles de metales se encuentran dentro de los rangos obtenidos en otros estudios desarrollados en zonas del Mediterráneo y del litoral atlántico de la península Ibérica y Francia.

**Segovia [et al.] (2003)**, en el artículo *Mytilus californianus* transplantados como bioindicadores de surgencia a dos zonas en Baja California, México, cuyo principal objetivo fue estudiar la variabilidad espacial y temporal de cadmio biodisponible, en mejillones transplantados a dos zonas de surgencia en la región noroccidental de Baja California. Se planteó un diseño metodológico que consistía en

Seleccionar 2 sitios para trasplante. La primera estación se ubicó en la zona sur de las Islas Coronado y la segunda estación se situó frente a Punta Banda, la posición de estos 2 sitios fue elegida debido a que en ambos el fenómeno de surgencia ocurre con diferente intensidad. Se recolectaron mejillones *M. californianus* en una zona costera de Baja California que es considerada como un área con los más bajos niveles de metales traza, los organismos se transportaron a los sitios de interés y se colocaron en sistemas de flotación. Los muestreos se realizaron de abril a setiembre (surgencia), y de enero a marzo (no surgencia). En cada muestreo se extrajeron 70 organismos de cada profundidad (5 y 15 m); los organismos fueron almacenados en bolsas de polietileno y conservados a -20 °C para su posterior análisis en laboratorio. Las condiciones de surgencia se evidenciaron colocando un termógrafo a 10 m de profundidad, se utilizaron termógrafos Peabody Ryan, modelo J90. Los mejillones se descongelaron y lavaron con agua desionizada para remover la arena y epibiota presente, los organismos fueron medidos con vernier y diseccionados con bisturí para separar músculo y gónadas. El músculo o tejido blando fue pesado para determinar su índice de condición. Al final la muestra con el tejido de 15 organismos fue homogeneizada con una licuadora Virtis con aspas de titanio. Se tomaron de 4 a 5 g del homogeneizado para hacer digestión ácida con HNO<sub>3</sub>. Los metales se analizaron con un espectrofotómetro de absorción atómica Thermo Jarrel Ash 12 y las concentraciones se presentaron en microgramos por gramo de peso seco. Alcanzando los siguientes resultados: Las concentraciones medias del Cd en tejidos blandos fue mayor en los mejillones transplantados a Punta Banda que los que fueron transplantados en Isla Coronado, en el análisis de correlación se mostró que la concentración de Cd en los mejillones de Punta Banda e Islas Coronado están asociados con el índice de surgencia. Determinando así, que el proceso de surgencia juega un papel importante en las concentraciones de Cd en *M. californianus*; por ello se sugiere a los mejillones como excelentes bioindicadores de surgencia.

**Gutiérrez [et al.] (1992)**, en el artículo Pesticidas en las aguas costeras del Golfo de California: Programa de vigilancia con mejillón 1987-1988, cuyo principal objetivo fue evaluar la contaminación por pesticidas organoclorados y

organofosforados en 14 localidades de la costa oeste del Golfo de California. Se planteó un diseño metodológico en el cual se colectaron mejillones *M. capax* a lo largo de la península de Baja California. Se hicieron tres réplicas de 15 organismos, cada uno por localidad, se registraron las características biométricas de los organismos para posteriormente ser homogeneizados hasta su posterior análisis químico. Las muestras de los organismos colectados durante 1987 se analizaron siguiendo la metodología de extracción de compuestos orgánicos sintéticos usando 5 g. de muestra homogeneizada sometida a acetonitrilo/hexano, seguido por una limpieza a través de una columna empacada con florisil. Los organismos colectados en 1988 se analizaron siguiendo otra metodología usando 25 g. de la muestra homogeneizada, sometiéndolo a una extracción de compuestos con acetonitrilo/éter de petróleo seguido de una limpieza a través de una columna empacada con florisil. Esta metodología permitió la extracción de un mayor número de compuestos orgánicos sintéticos. Alcanzando los siguientes resultados: Se determinó que en el análisis de los mejillones los resultados presentaron una mayor biodisponibilidad del DDE. Las localidades de Bahía de los Ángeles, San Rafael y San Francisquito ubicadas en la región central del golfo, destacan como áreas que presentan mayores niveles de DDT. Las concentraciones de los insecticidas detectados en *M. capax* estuvieron por debajo de los límites internacionales. En cuanto al patrón temporal de la contaminación por pesticidas los resultados no presentan una tendencia definida.

**Jacinto, M. & Aguilar, S. (2007)**, en el artículo Concentraciones traza de metales en especies marinas de la bahía de Huarmey, Ancash, Perú, cuyo principal objetivo fue determinar el nivel de contenido metálico en especies bentónicas de la bahía de Huarmey. Se planteó un diseño metodológico que consistía en tomar muestras en 4 estaciones ubicadas en el área de influencia del muelle minero de Antamina. Se colectaron muestras de lapa, caracol, chitón, chorito, cangrejo y cabrilla. Los organismos colectados en número suficiente fueron lavados con agua de mar a fin de eliminar restos de sedimentos del lecho marino. Para el análisis se consideraron entre 15 a 50 individuos con excepción en la cabrilla, se extrajeron músculos y víceras que fueron homogenizados y luego liofilizados para ser sometidos a digestión ácida. La determinación de metales fue mediante espectrofotometría de absorción atómica (6701F-Shimadzu). Alcanzando los

siguientes resultados: Las menores concentraciones de cadmio, cobre y Zinc, se encontraron en el músculo de la cabrilla; lo valores máximos de zinc se observaron en las vísceras del caracol y de cobre en el musculo del chitón. Las concentraciones estuvieron dentro de los limites internacionales.

**Siguencia, R. (2010)**, en la tesis Niveles de coliformes totales y *Escherichia coli* en bivalvos de interés comercial *Ostrea columbiensis* y *Mytella Guyanensis* (Molusca: Bivalvia) como bioindicador de contaminación microbiológica en el estero Puerto Hondo, provincia Del Guayas - Ecuador, cuyo objetivo fue evaluar la presencia de niveles de coliformes totales y *E. coli* en bivalvos de interés comercial en el estero de Puerto Hondo. Se planteó un diseño metodológico donde se establecieron 4 estaciones de muestreo a lo largo del estero Puerto Hondo. Las muestras se colectaron cada 15 días en bajamar, durante la estación seca se recolectaron 20 organismos de cada familia (*Ostrea* y *Mytella*) los cuales fueron colocados en fundas plásticas con cierre hermético y transportados en refrigeración. También se colectaron muestras de agua en los meses de setiembre y octubre para determinar Oxígeno disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno. En laboratorio las muestras de organismos fueron lavados en solución salina hasta que se detuvo el crecimiento de bacterias. Se abrieron 10 organismos de mejillones y 10 de ostiones de los cuales se extrajeron la carne y líquidos de cada organismo, posteriormente colocados en Bakers estériles para homogeneizar la muestra durante 2 minutos. En la determinación de Coliformes totales y *E. coli* se utilizó la técnica de Preparación y Dilución de Muestras de Alimentos para su Análisis Microbiológico. Alcanzando los siguientes resultados: Se determinó que todas las muestras de *Mytella Guyanensis* y *Ostrea Columbiensis* presentaron Coliformes totales. Durante el periodo de estudio la bacteria *E. coli* estuvo presente en todas las muestras de *Mytella Guyanensis*, mientras que en las muestras de *Ostrea Columbiensis* no se pudo detectar *E. coli*. Las concentraciones encontradas en los bioindicadores estudiados nos indican que el estero se encuentra contaminado por aguas residuales no tratadas.



**Chen [et al.] (2015)**, en el artículo científico Determinación de metales pesados mediante el uso del Artificial Mussel bajo condiciones controladas de Ph, salinidad y temperatura: Estudio de validación, cuyo objetivo era determinar los niveles de contaminación por metales o elementos traza, empleando el Artificial Mussel (AM) bajo condiciones controladas. Se planteó un diseño metodológico donde se construyeron 100 AM a partir de plásticos de 2.5 cm de diámetro, 6 cm de alto y abierto por ambos extremos, uno de los extremos fue cubierto por una película plástica de aproximadamente 5 x 5 cm y fijada con una liga. Se preparó el gel polimerizado que forma parte del AM, después terminado ese proceso se cuela con agua tridestilada para fijar el gel dentro del AM, una vez fijado el gel se colocó un anillo de plástico y fue sellado empleando otra capa de gel. Los AM fueron distribuidos en diversos cubos con 10 litros de agua que contenían diferentes concentraciones de Cd, Cr y Cu, se colocó una bomba para aumentar la circulación del aire dentro de los cubos. La concentración de metales fue monitoreada semanalmente también, se adicionaron las sales metálicas para mantener la concentración en los cubos. Una vez tomadas las muestras aleatoriamente, el contenido del AM fue vaciado y eluído para su análisis en Espectrofotometría de Absorción Atómica. Alcanzando los siguientes resultados: Se muestra que a mayor tiempo de exposición y a mayor salinidad, la afinidad de los metales varía, encontrándose el AM con una mayor afinidad por captar Cu que Cd, con un máximo de captación a los 35 días de exposición.

**Velásquez, D. (2005)**, en la tesis Determinación de metales pesados en biota (*Mytilus chilensis*) y sedimentos de la bahía de Corral, provincia de Valdivia, x región, cuyo objetivo era determinar los niveles de metales en biota (*Mytilus chilensis*) y sedimentos de la bahía de Corral. Se planteó un diseño metodológico donde se tomaron muestras de *Mytilus chilensis* extraídas de las estaciones de muestreo: Punta Castillo, Las Coloradas, La Escuelita y Las Canteras, mediante buceo autónomo. En la estación de muestreo Las Coloradas se encontró otra especie de molusco bivalvo (*Choromytilus Chorus*) el cuál fue sometido al mismo tratamiento. Se analizaron 10 individuos por cada muestreo, posteriormente fueron homogeneizados para luego ser digeridos con una mezcla Nitrosulfúrica (4

partes de HNO<sub>3</sub> Y 1 parte de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Los sedimentos se extrajeron en las estaciones de muestreo mediante buceo autónomo, se extrajeron 3 réplicas de cada punto de muestreo y posteriormente fueron digeridas con una mezcla Nitrosulfúrica. Se determinó la presencia de metales mediante el uso de un espectrofotómetro de absorción atómica en horno de flama para determinar Cu, Cr, Fe, Mn, Pb. Por otra parte, para determinar As se utilizó un generador de hidruros. Alcanzando los siguientes resultados: Las concentraciones promedio más altas fueron de 88,2 microgramos de Fe/ gramos de *Mytilus Chilensis* (b.h.) en la estación de muestreo La escuelita, En sedimentos también fue el Fe en la estación de muestreo Las Coloradas y Mn en sedimentos de la estación Los Carboneros. Las altas concentraciones concuerdan con los resultados del santuario de la naturaleza Carlos Anwandter.

### **1.3 Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1 Marco teórico**

Metales pesados en los ecosistemas marinos:

Sierra, C. (2011), en su libro “Calidad del agua, evaluación y diagnóstico” nos dice: Que la concentración es la manera de expresar o determinar qué cantidad de un determinado soluto o sustancia se encuentra contenido dentro del cuerpo de agua. La concentración se mide en: peso de soluto (mg) por la unidad de volumen (L). Puede ser expresada también en partes por millón (ppm). P. 41.

Rainbow, P. (1997), en su artículo Ecophysiology of trace metal uptake in crustaceans, nos dice: Los metales traza son absorbidos y acumulados por los organismos acuáticos del medio en donde se desarrollan, por su fisiología y por su alimentación.

Coles [et al.] (1995), en su artículo Alteration of the immune response of the common marine mussel *Mytilus edulis* resulting from exposure to cadmium, nos dice: Los contaminantes pueden ejercer efectos tóxicos en un organismo, ya sea por acción directa en sus tejidos o influyendo en su sistema inmunológico.

Estos casos de alteración patológica en los tejidos se han dado a partir de la exposición a concentraciones bajas de cadmio de 0.001 ppm. P. 1.

Barrenechea, A (2004) en su manual “Aspectos fisicoquímicos de la calidad de agua” nos dice sobre los metales pesados (Pb y Cd):

Cadmio: Es un metal que se acumula a través de la cadena trófica marina. Se encuentra presente en las pinturas, cerámicas, vidrios, pilas y en los anticorrosivos como el galvanizado y el cadmiado. El cadmio que se acumula en los organismos tarda entre 16 a 33 años en ser eliminados; por tanto, es un metal de alta toxicidad.

Plomo: Es un metal que se encuentra en el mar a través de la atmosfera, principalmente por la combustión de carburantes y se llega a acumular en los organismos.

Las fuentes naturales por lo general contienen plomo en concentraciones que varían notoriamente. Se pueden encontrar desde niveles tan pequeños como trazas hasta concentraciones importantes que contaminan definitivamente el recurso hídrico. El plomo es un metal pesado en esencia tóxico; puede provocar en el hombre intoxicaciones agudas o crónicas. Es causa de la enfermedad denominada saturnismo. Es un elemento con gran capacidad de bioacumulación; afecta prácticamente a todos los órganos, tanto de los seres humanos como de los animales. Los sistemas más sensibles a este metal son el nervioso (especialmente, en los niños), el hematopoyético y el cardiovascular.

Bivalvos como bioindicador:

Según Baqueiro-Cardenas et al. (2007), los bivalvos son organismos que filtran el agua para poder alimentarse, este proceso facilita la bioacumulación de metales en sus tejidos. Estos moluscos debido a su tolerancia y adaptabilidad, actualmente son usados como organismos para el monitoreo de la presencia de contaminantes e indicadores de la calidad de los ecosistemas. Por tanto, la determinación de los contaminantes en los tejidos de los moluscos es un indicador de su presencia en el medio en el cual habita.

Según Espino et al (2000), no todas las variables biológicas pueden servir en un programa de monitoreo su elección debe evaluarse y cumplir con ciertos criterios, con el fin de seleccionar indicadores específicos según el propósito del estudio a realizar. Los criterios para la elección de moluscos son: Que sean especies endémicas, que sean sensibles o tolerantes a sustancias químicas y que acumulen en sus tejidos metales o sustancias contaminantes.

Según Mendiz, N. (2010). *Tagelus dombeii* es un bivalvo de concha alargada, la cual alcanza hasta dimensiones de 10 cm. Esta especie posee un pie generalmente proyectado fuera de la concha con un par de sifones largos que utiliza para la alimentación, oxigenación y eliminación de desechos al momento de enterrarse, por tanto, depende de un sustrato arenoso para sobrevivir. Se distribuyen en toda la costa peruana y se encuentran en la zona intermareal de 1 a 16 m de profundidad, los adultos habitan preferentemente en sustrato arenoso fino, alcanzando una profundidad de 5m y los juveniles en un fondo de arena fangosa hasta los 16 m.

*Tagelus dombeii* ha sido definido como un organismo de metabolismo anaeróbico facultativo, debido a su adaptación al estrés anóxico. Esta especie es capaz de bioacumular mercurio y metilmercurio por ello puede ser utilizada como bioindicador de contaminación marina. (ver en Anexos fig. 4)

### **1.3.2. Marco conceptual**

#### **Metales pesados**

Los metales pesados son un grupo de elementos químicos que presentan una densidad relativamente alta y cierta toxicidad para los seres vivos y el ambiente. Pérez, R. (2011) p. 1.

#### **Origen de los metales pesados**

La contaminación acuática originada por metales pesados proviene de diferentes fuentes, ya sea por el desgaste geológico (debido a que los metales son un componente natural de la corteza terrestre), la actividad de explotación minera, el

uso de metales y compuestos de metales para determinados procesos industriales y la lixiviación de metales pesados a partir de residuos domésticos y vertidos de residuos sólidos. Combariza, D. (2009) p. 36.

### **Concentración de metales**

Es la manera de expresar o determinar qué cantidad de un determinado soluto o sustancia se encuentra contenido dentro del cuerpo de agua. La concentración se mide en: peso de soluto (mg) por la unidad de volumen (L). Puede ser expresada también en partes por millón (ppm). Sierra, C. (2011), p. 41.

### **Ecotoxicología**

la ecotoxicología deriva de las palabras ecología y toxicología, y nace con el fin de investigar el estado de los ecosistemas que son alterados por la acción del hombre, siendo primordial el ecosistema marino, debido a que se comprobó su capacidad limitada de dilución. Ocasionando fenómenos como la adsorción y bioacumulación de sustancias contaminantes en las especies naturales. Según Marín, A. (2007), p. 11.

### **Bivalvos**

Los bivalvos son organismos que filtran el agua para poder alimentarse facilitando la bioacumulación de metales en sus tejidos. Según Baqueiro-Cardenas, et al. (2007),

### **Bioacumulación**

Es el proceso mediante el cual un contaminante queda retenido en el tejido de un organismo, incrementando su concentración por el paso del tiempo Según Martín, A.; Santamaría, J. (2000), p. 26.

#### **1.3.3. Marco legal**

- **Protocolo para la protección del pacífico sudeste contra la contaminación de efluentes.**

Fue ratificado por el Perú el 02 de diciembre de 1998, con el objetivo de prevenir, reducir, combatir o controlar la contaminación marina producida por

fuentes terrestres, cuando estas generen o puedan generar efectos nocivos para los ecosistemas marinos y la salud humana.

- **Ley General del Ambiente, Ley N° 28611**

En el capítulo 02 sobre la Conservación de la Diversidad biológica:

- Artículo 101.- De los ecosistemas marinos y costeros.  
El estado promueve la conservación; norma el desarrollo de planes y programas orientados a prevenir, proteger o controlar el impacto negativo que generan las descargas de efluentes que afectan el mar

En el capítulo 03 sobre la Calidad Ambiental:

- Artículo 113.- De la calidad ambiental.  
Se debe identificar y controlar los factores de riesgo a la calidad ambiental y sus componentes

En el título 04 Responsabilidad por daño ambiental, capítulo 01 sobre la fiscalización y control:

- Artículo 133.- De la vigilancia y monitoreo ambiental.  
La vigilancia y el monitoreo ambiental se desarrolla con el fin de generar información que permita orientar la adopción de medidas que aseguren el cumplimiento de la normativa ambiental.

- **Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338**

Establece en los presentes artículos el cuidado del recurso hídrico, vigilancia y control con el fin de asegurar la calidad del mismo en beneficio al ambiente, la salud pública y el cuidado del recurso.

- Artículo 83º.- Prohibición de vertimiento de algunas sustancias, está prohibido verter sustancias contaminantes y residuos de cualquier tipo en el agua y en los bienes asociados a ésta, que representen riesgos significativos según los criterios de toxicidad, persistencia o bioacumulación. La Autoridad Ambiental respectiva, en coordinación con

la Autoridad Nacional, establece los criterios y la relación de sustancias prohibidas.

- **Resolución Jefatural 010 – 2016 – ANA**

Aprueba el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. Con el fin de estandarizar los procedimientos y criterios para evaluar la calidad de los recursos hídricos. Asegurando la calidad de recolección de datos, preservación de muestras y seguridad del desarrollo del monitoreo.

## **1.4 Formulación del problema**

### **1.4.1 Problema General:**

- ¿Cómo determinar plomo (Pb) y cadmio (Cd) mediante el uso del bivalvo (*Tagelus dombeii*) en aguas de la bahía de Sechura, Piura - 2017?

### **1.4.2 Problemas específicos:**

- ¿Cuál es la concentración de plomo (Pb) y cadmio (Cd) en el bivalvo (*Tagelus dombeii*) extraído en aguas de la bahía de Sechura, Piura - 2017?
- ¿Cuáles son las características del bivalvo (*Tagelus dombeii*) extraído en aguas de la bahía de Sechura, Piura - 2017?

## **1.5 Justificación del estudio**

La presencia de metales pesados en los cuerpos de agua marinos viene siendo un problema para las actividades económicas relacionadas con la maricultura (cultivos de concha), para los ecosistemas y para la salud de la población. Estos metales al ser incluidos dentro de la cadena trófica llegan a afectar a los seres vivos y al ambiente.

Tenemos actualmente monitoreos de los cuerpos marinos, pero muchas veces los monitoreos tradicionales son muy costosos o el intervalo de tiempo en el que se realizan son por temporadas, creando un vacío de información sobre la

calidad de los ecosistemas marinos. Tenemos actualmente mucho conocimiento en determinar la concentración de metales pesados en el cuerpo receptor. Pero es relevante realizar un monitoreo mediante especies que nos puedan brindar datos del ecosistema en el que viven.

La presente investigación es de vital importancia debido a que se determinará la presencia de metales pesados como el Pb y Cd en aguas de la bahía de Sechura mediante el uso del bivalvo (*Tagelus dombeii*) que es una especie local. Contribuyendo a la necesidad de nuevas formas de monitoreo de los ecosistemas y la calidad de los cuerpos de agua marinos, incrementando el número de estaciones de monitoreo, generando una mayor frecuencia a un menor costo, siendo realizado por personal no especializado y en condiciones o eventos ambientales desfavorables para los monitoreos tradicionales; por tanto, es una herramienta que nos apoyará en la vigilancia constante y oportuna de los ecosistemas y cuerpos de agua marinos.

## **1.6 Objetivos**

### **1.6.1 Objetivo General:**

- Determinar plomo (Pb) y cadmio (Cd) mediante el uso del bivalvo (*Tagelus dombeii*) en aguas de la bahía de Sechura - Piura, 2017

### **1.6.2 Objetivos específicos:**

- Analizar y cuantificar la concentración de plomo (Pb) y cadmio (Cd) en los tejidos del bivalvo (*Tagelus dombeii*) extraído en aguas la bahía de Sechura, Piura - 2017.
- Evaluar las características del bivalvo (*Tagelus dombeii*) extraído en aguas de la bahía de Sechura, Piura - 2017.



## **II. METODOLOGÍA**

### **2.1 Diseño de investigación**

El diseño metodológico de la presente investigación es no experimental, según Hernández [et al.] (2010), menciona que los estudios no experimentales se realizan sin manipular las variables, los fenómenos son observados en su ambiente natural para después analizarlos. A su vez el presente estudio es de tipo transversal debido a que las variables son analizadas en un momento determinado y no un periodo de tiempo.

Para poder alcanzar los objetivos se realizó lo siguiente:

- **Selección de puntos de muestreo:**

Se determinaron los puntos de muestreo en la zona sur de la bahía de Sechura con el fin de garantizar la seguridad y representatividad de las muestras a analizar para obtener los resultados esperados en la investigación.

La toma de las muestras fue realizada por un buzo artesanal mediante buceo semiautónomo. Se extrajeron muestras de individuos (bivalvos).

A continuación, se detallará el proceso de toma de muestras:

- **Muestreo de individuos (bivalvos):**

Se extrajeron un total de 10 individuos por punto de muestreo, de los cuales se seleccionaron 8 para el presente estudio. Las muestras de navajuela (*Tagelus dombeii*) fueron extraídas del fondo marino. Posteriormente se separaron en 4 réplicas. Después se guardaron en bolsas herméticas con agua de mar y se colocaron en un cooler para refrigerar las muestras hasta su análisis en laboratorio.

- **Análisis en laboratorio:**

Muestras de individuos: Se deshielaron las muestras de *Tagelus dombeii*, después las muestras fueron lavadas con agua des-ionizada para evitar cualquier elemento extraño que no fuera parte del individuo al analizar, se tomaron los datos biométricos (longitud valvar y altura valvar) con un vernier, y se llenó en el formato de registro de disección (Anexos). En el siguiente

proceso se pesaron las muestras tomando los datos de peso total y peso blando después se diseccionaron los individuos separando los tipos de tejidos (músculo, manto, sifón y pie), se pesaron para obtener el peso del tejido comestible y se colocaron en viales, después se digestaron los tejidos en el digestor a 100 °C por 16 horas. Posteriormente las muestras fueron filtradas en fioles de 25 ml y aforadas con HCl a 0.1 normal, para su análisis y lectura en espectrofotometría de absorción atómica de flama en la Universidad Nacional Agraria La Molina.

- **Presentación y conversión de resultados:**

Los resultados obtenidos en espectrofotometría de absorción atómica fueron presentados en ppm o mg/l y se necesita realizar la conversión con la cantidad de muestra usada y el volumen aforado para presentar los resultados en mg/kg de peso húmedo.

Formula:

$$\text{Concentración en mg/kg} = \frac{\text{Concentración en mg/l} \times \text{volumen del aforado (l)}}{\text{Peso de la muestra (kg)}}$$

## 2.2 Variables, operacionalización

- **Variable independiente:**

Bivalvo (*Tagelus dombeii*)

Figura 1 Operacionalización de variables

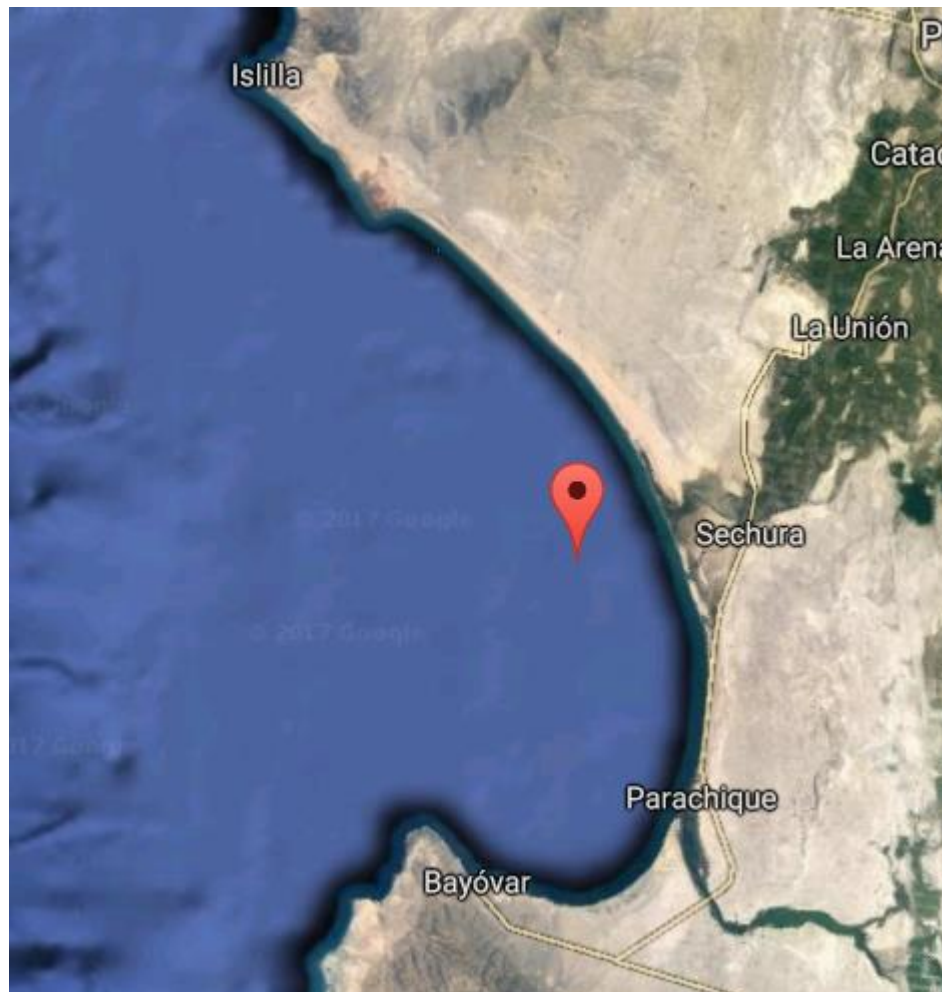
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escalas de medición
Bivalvo ( <i>Tagelus dombeii</i> )	Según Baqueiro-Cardenas, [et al.] (2007), los bivalvos son organismos que filtran el agua para poder alimentarse facilitando la bioacumulación de metales en sus tejidos.	Se extrajeron muestras de: Bivalvos: mediante buceo semi-autónomo y se seleccionaron 8 tamaños de la especie ( <i>Tagelus dombeii</i> ) por punto de muestreo. Se lavaron las muestras en laboratorio con agua des ionizada y se realizó el pesado, la medición de los individuos. Posteriormente se diseccionó (mu+ma+si+pie), los cuales fueron digestados para su medición analítica. Se midió la concentración de Pb y Cd en tejidos comestibles mediante un análisis en el espectrofotómetro de absorción atómica	Concentración del metal	Pb	mg/kg wwt
				Cd	mg/kg wwt
			Características físicas	Peso	g
				Talla	cm

## 2.3 Población y Muestra

### 2.3.1 Población:

Según (López, 2004), la población es el conjunto de personas u objetos de interés para el estudio. En el presente estudio la población está conformado por los bivalvos de toda la bahía de Sechura.

Figura 2 Mapa de la bahía de Sechura

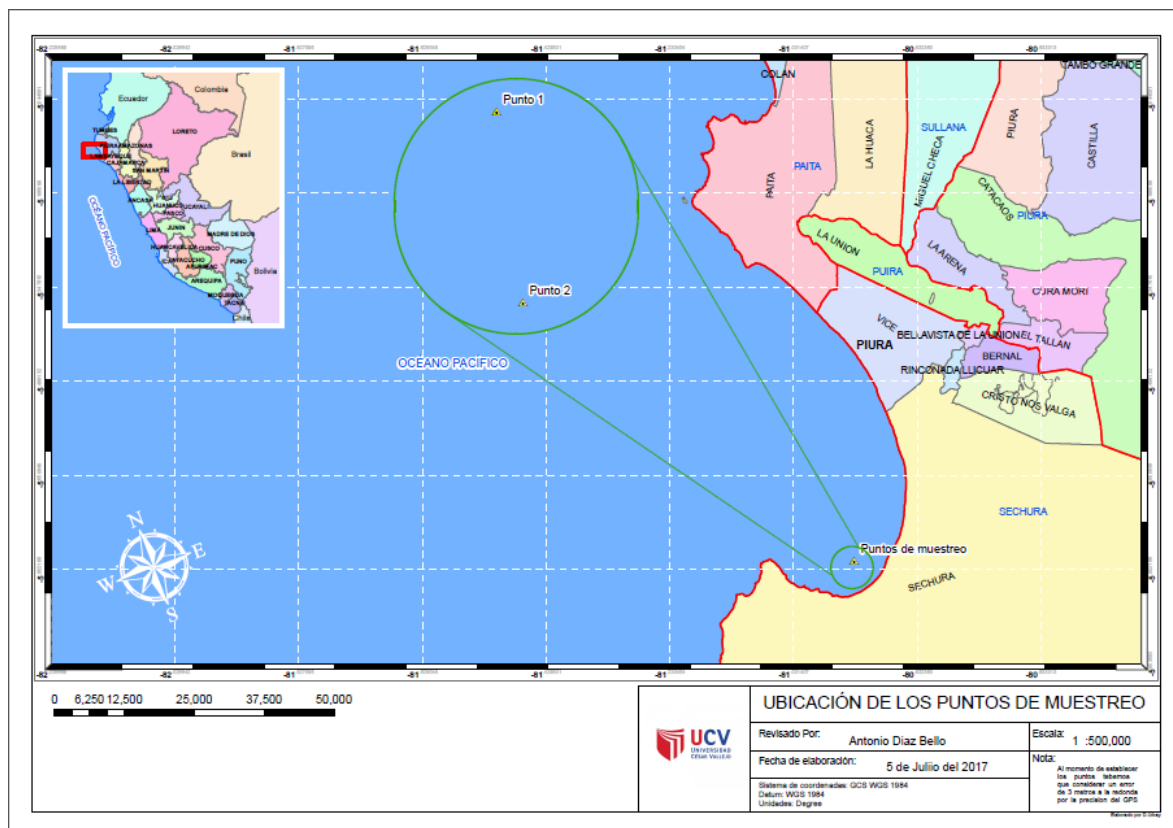


Fuente: Google maps.

### 2.3.2 Muestra:

Las muestras de bivalvos están representadas por 8 muestras de bivalvos de la especie *Tagelus Dombeyi* de similar tamaño, 4 de cada punto de muestreo para analizar la concentración de metales en sus tejidos en distintos puntos cerca al lugar llamado Los Barrancos.

Figura 3 Mapa de los puntos de muestreo



Fuente: Elaboración propia

### 2.3.3 Muestreo:

Teniendo en cuenta que la muestra según Hernández [et al.] (2010), es considerada como un subconjunto de la población que es de interés y se divide en 2 ramas: probabilísticas y no probabilísticas. Las muestras que se extrajeron en la presente investigación son de tipo no probabilístico, ya que la elección de muestras requirió de ciertos criterios de selección.

Se determinaron 2 puntos en la zona sur de la bahía de Sechura, en cada punto se estableció un área de extracción de 15 metros de radio por el desplazamiento del buzo para la extracción de muestras, se determinaron los puntos debido a que son lugares de representatividad para la extracción de muestras según el r.j. 010-2016-ANA.

## **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.4.1 Técnica de recolección de datos:**

Se realizó la observación para reconocer los puntos de muestreo.

Se utilizó el protocolo nacional de monitoreo de calidad de los recursos hídricos superficiales. La técnica de colección de muestras fue mediante buceo semiautónomo.

### **2.4.2 Instrumentos:**

Los instrumentos utilizados fueron los siguientes:

- Equipo de buceo
- Capacho para colección de individuos
- Fichas de recolección de datos
- Materiales y equipos de laboratorio para el análisis de metales pesados.
- Software: Google maps, Arcgis, excel y Minitab.

### **2.4.3 Confiabilidad**

Para cumplir con los requisitos de validación del instrumento se trabajó con expertos de investigación, a quienes se les pidió que evaluaran por separado los ítems de la presente investigación. Para efecto de la presente investigación se validó por 3 profesionales expertos en el tema.

## **2.5 Métodos de análisis de datos**

Se utilizó el software de Minitab y excel para procesar los datos obtenidos en laboratorio. El método de análisis de datos, se realizó mediante la elaboración de tablas y gráficos que representen los objetivos planteados.

## **2.6 Aspectos éticos**

La presente investigación mostrará resultados reales, ya que se siguió un protocolo estandarizado por la autoridad nacional del agua.

La investigación se realizó en marco de un proyecto de doctorado por tanto la metodología aplicada en la recolección de muestras y el tratamiento de las muestras fueron supervisadas.

Los datos obtenidos en las mediciones son respaldados por la calibración del equipo usado.

Todo aporte de otras investigaciones revisadas ha sido debidamente citado en la presente investigación respetando la propiedad intelectual del autor.

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Variable independiente: “Bivalvo Tagelus dombeii”

##### 3.1.1 Dimensión: Concentración de los metales

Se analizó el contenido de los metales: plomo (Pb) y cadmio (Cd) en los tejidos comestibles del bivalvo *Tagelus dombeii* extraídos en los 2 puntos de muestreo en la bahía de Sechura.

##### a. Concentración de Pb

Se determinó la concentración de plomo (Pb) en los tejidos comestibles y se transformó el resultado en relación a la cantidad de muestra utilizada con el fin de obtener los resultados en mg/kg ww. A continuación, se presenta las tablas con los datos hallados:

Tabla 1 Concentración de plomo (Pb)

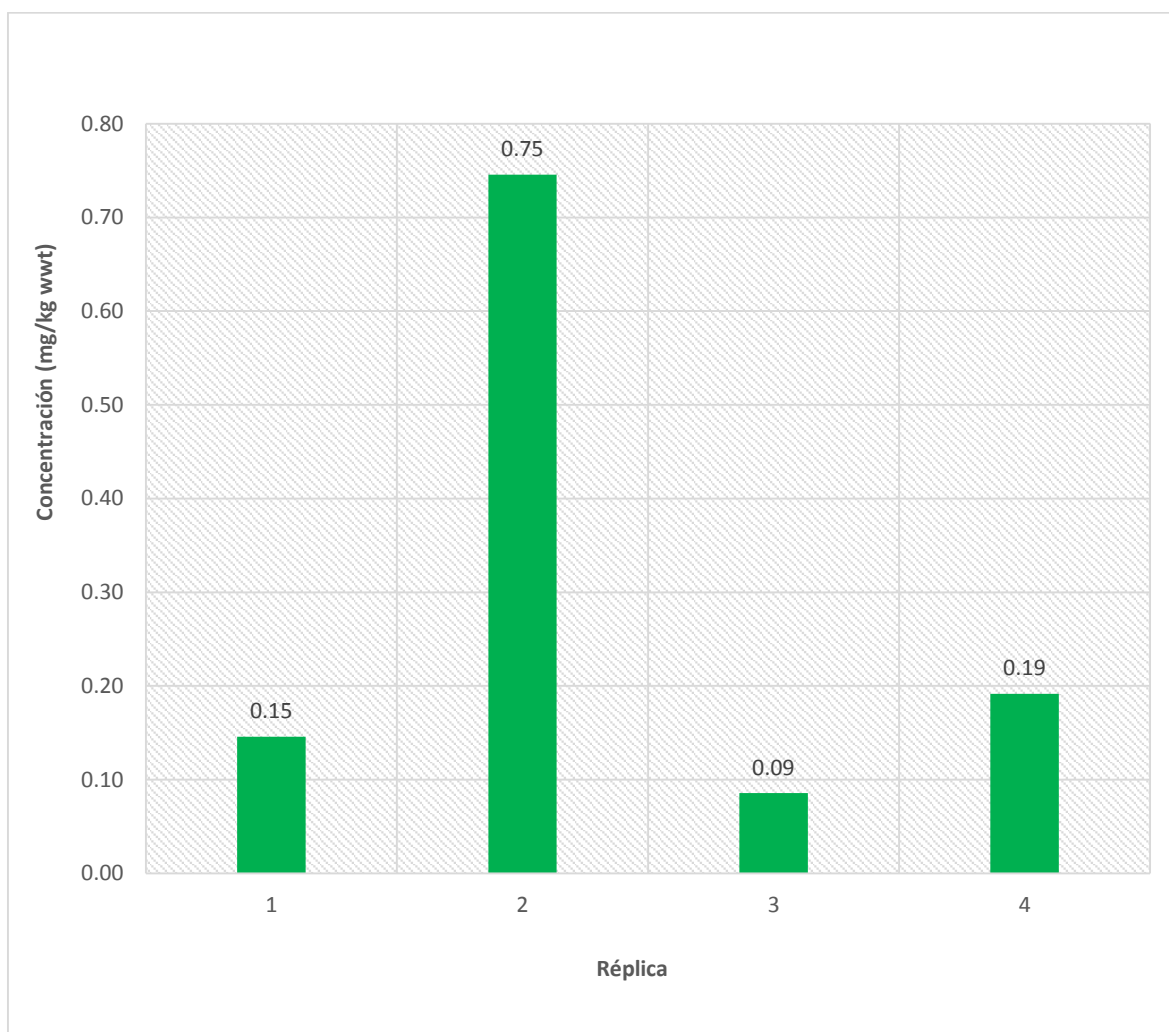
PUNTOS DE MUESTREO	CODIGO DE MUESTRA	TIPO DE TEJIDOS	CONCENTRACIÓN DE PLOMO (Pb) (mg/kg)
Punto de muestreo 1	R1TG	*Mu+Ma+Si+Pie	0.15
	R2TG	*Mu+Ma+Si+Pie	0.75
	R3TG	*Mu+Ma+Si+Pie	0.09
	R4TG	*Mu+Ma+Si+Pie	0.19
Punto de muestreo 2	R1TC	*Mu+Ma+Si+Pie	0.22
	R2TC	*Mu+Ma+Si+Pie	0.78
	R3TC	*Mu+Ma+Si+Pie	0.65
	R4TC	*Mu+Ma+Si+Pie	0.14

Elaboración propia

\* La abreviación (Mu+Ma+Si+Pie) hace referencia a los tejidos comestibles del bivalvo *Tagelus dombeii* y éstos son músculo, manto, sifón y pie.



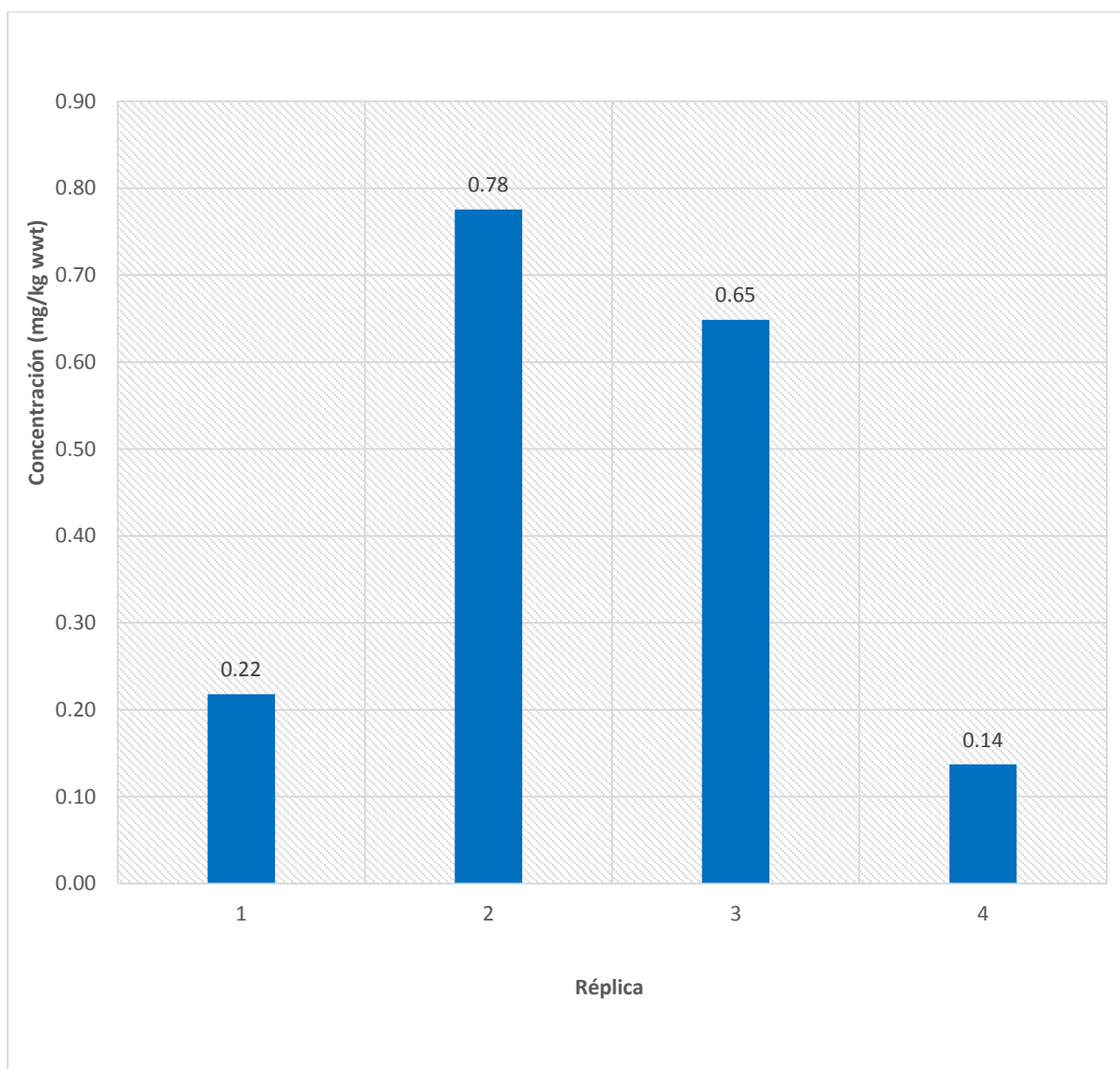
Gráfico 1 Concentración de plomo en el punto de muestreo 1



Elaboración propia

Interpretación: En el presente gráfico de barras se observa la cantidad de plomo (Pb) contenido en los tejidos comestibles (Mu+Ma+Si+Pie) del bivalvo *Tagelus dombeii* extraídos del punto de muestreo 1, se presenta a la réplica 2 como la mayor concentración encontrada con 0.75 mg/kg de peso húmedo y la menor concentración encontrada es la réplica 3 con 0.09 mg/kg de peso húmedo.

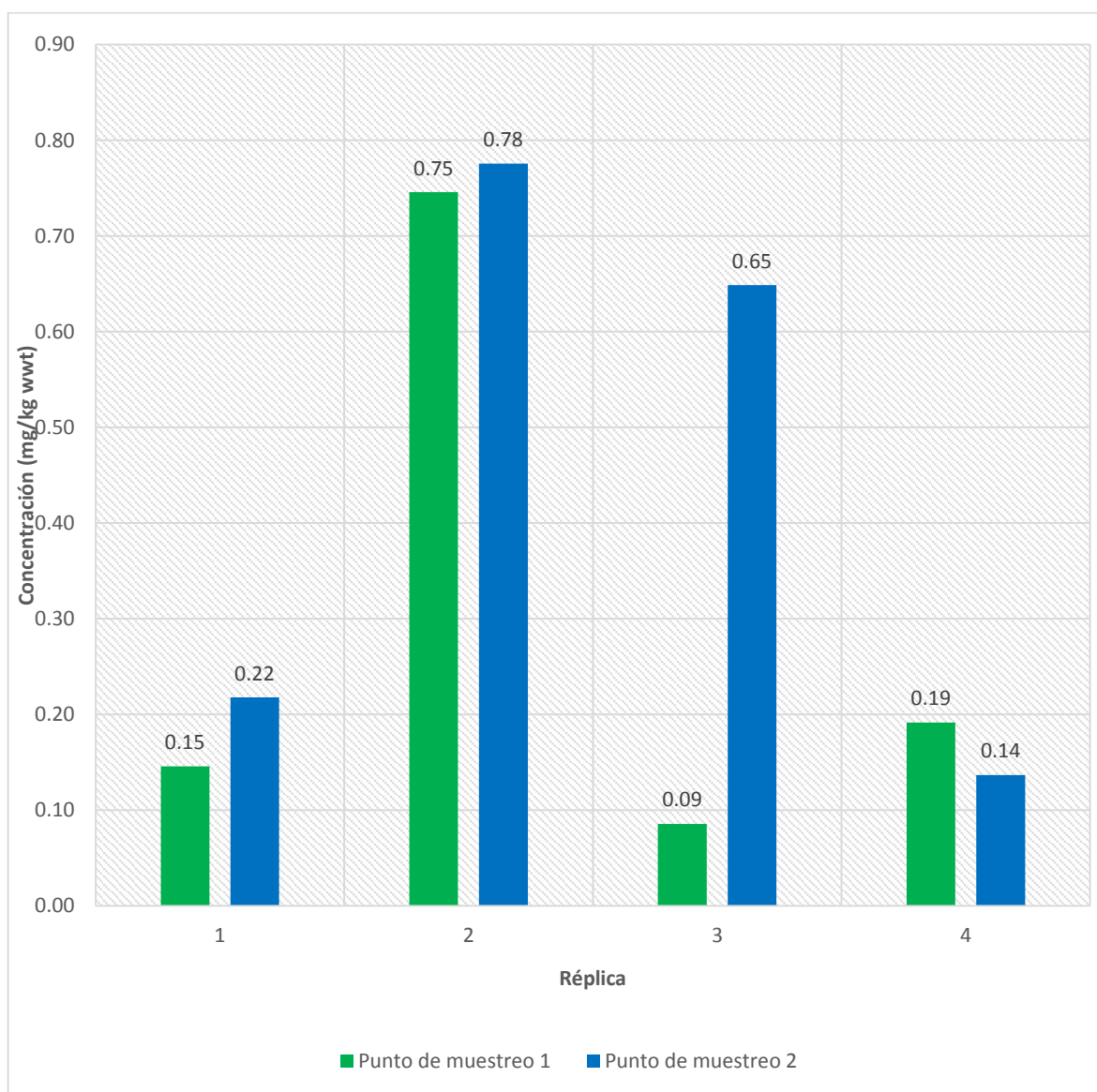
Gráfico 2. Concentración de plomo en el punto de muestreo 2



Elaboración propia

Interpretación: En éste gráfico de barras se observa la cantidad de plomo (Pb) contenido en los tejidos comestibles (Mu+Ma+Si+Pie) del bivalvo *Tagelus dombeii* extraídos del punto de muestreo 2, se presenta a la réplica 2 como la mayor concentración encontrada con 0.78 mg/kg de peso húmedo y la menor concentración encontrada es la réplica 4 con 0.14 mg/kg de peso húmedo.

Gráfico 3. Gráfico de resumen



Elaboración propia

Interpretación: Éste gráfico de resumen presenta las concentraciones de plomo halladas en los 2 puntos de muestreo, el gráfico muestra las diferencias de concentración de plomo acumulado por el bivalvo *Tagelus dombeii* en los distintos puntos de muestreo presentando mayores concentraciones en el segundo punto de muestreo que se encuentra más cercano a la costa.

b. Concentración del Cadmio

Se determinó la concentración de cadmio (Cd) en los tejidos comestibles y se transformó el resultado en relación a la cantidad de muestra utilizada con el fin de obtener los resultados en mg/kg ww. A continuación, se presenta las tablas con los datos hallados:

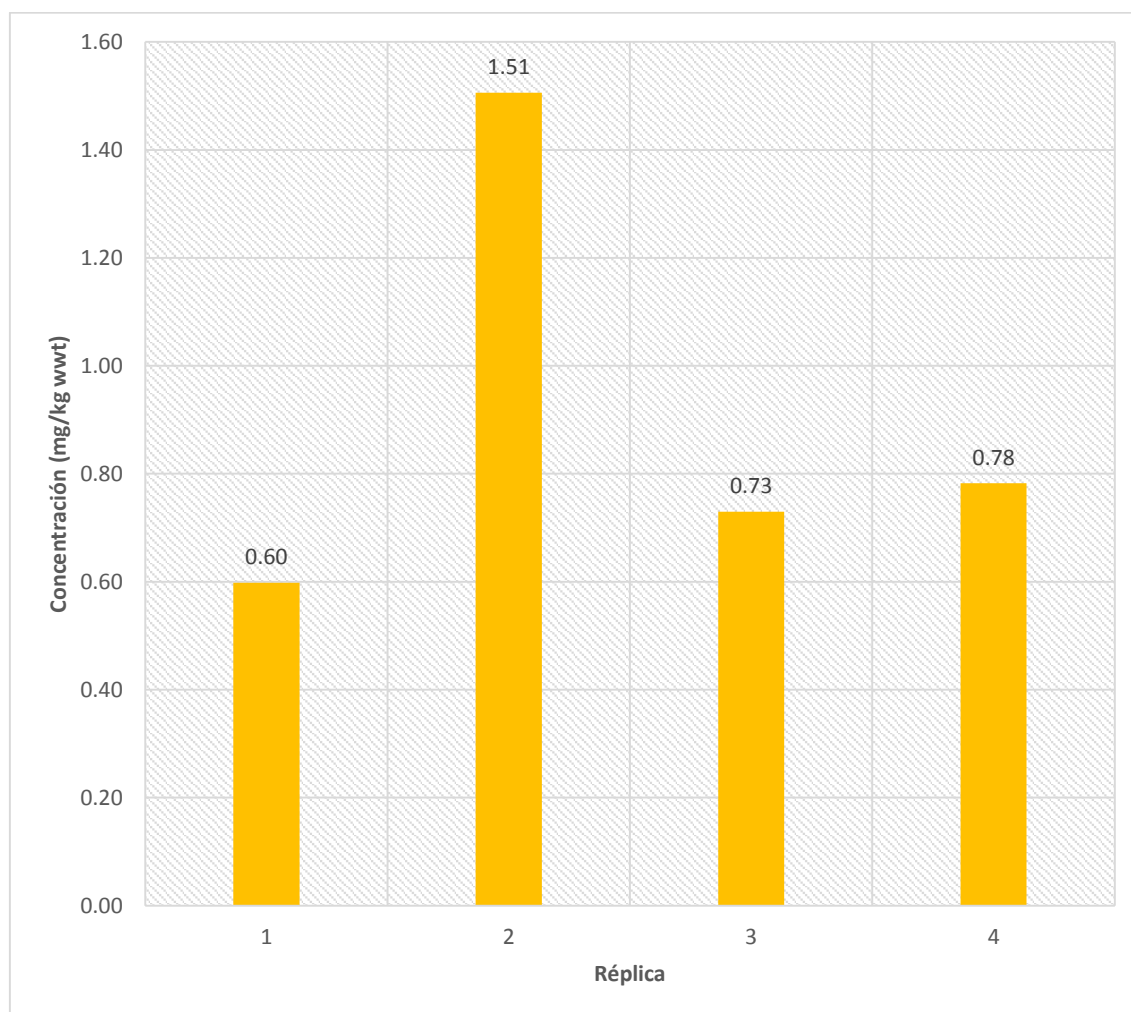
Tabla 2. Concentración del Cadmio (Cd)

PUNTOS DE MUESTREO	CODIGO DE MUESTRA	TIPO DE TEJIDOS	CONCENTRACIÓN DE CADMIO (Cd) (mg/kg)
Punto 1	R1TG	*Mu+Ma+Si+Pie	0.60
	R2TG	*Mu+Ma+Si+Pie	1.51
	R3TG	*Mu+Ma+Si+Pie	0.73
	R4TG	*Mu+Ma+Si+Pie	0.78
Punto 2	R1TC	*Mu+Ma+Si+Pie	0.16
	R2TC	*Mu+Ma+Si+Pie	1.76
	R3TC	*Mu+Ma+Si+Pie	0.96
	R4TC	*Mu+Ma+Si+Pie	1.33

Elaboración propia

\* La abreviación (Mu+Ma+Si+Pie) hace referencia a los tejidos comestibles del bivalvo *Tagelus dombeii* y éstos son músculo, manto, sifón y pie.

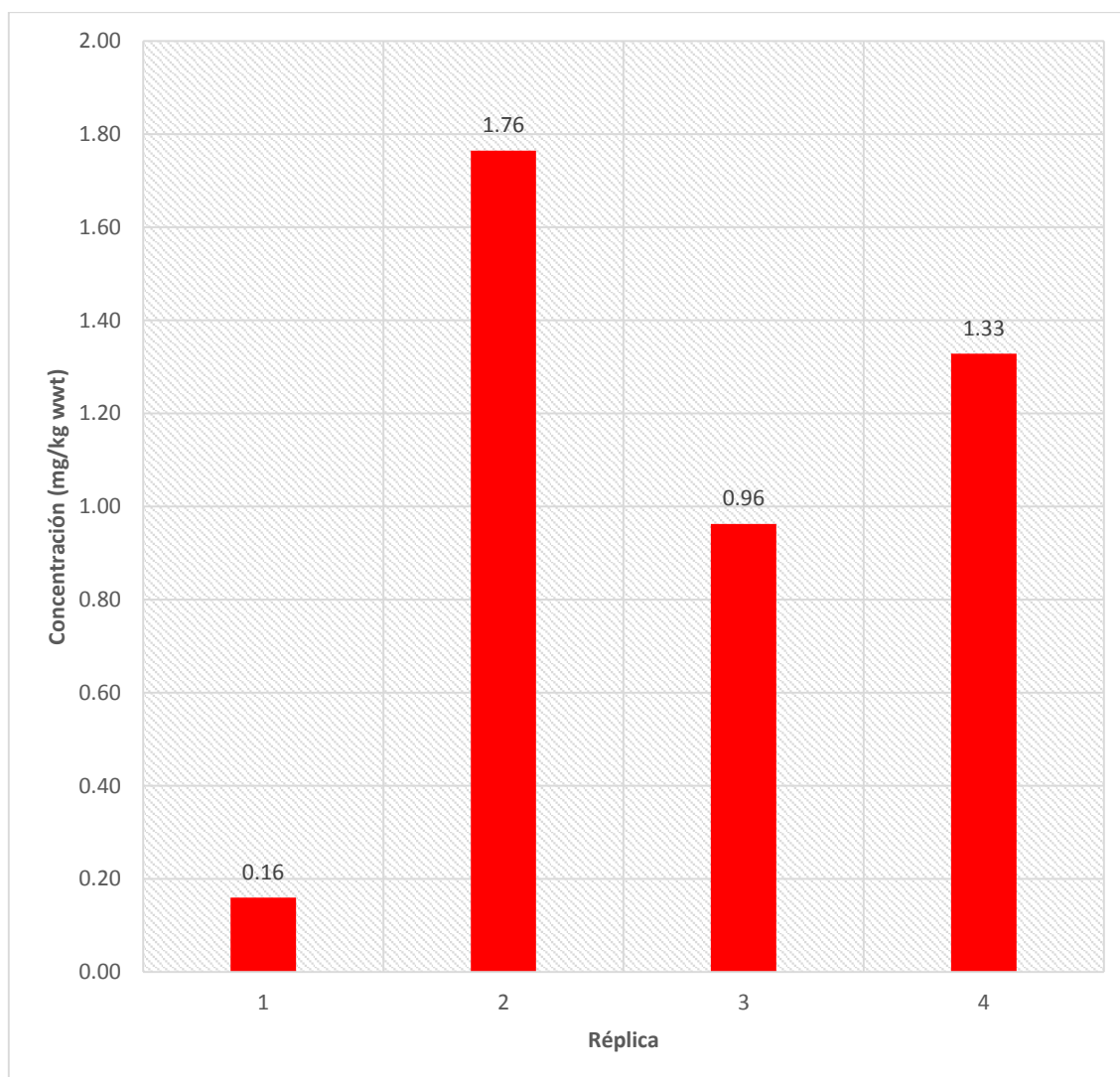
Gráfico 4. Concentración de cadmio en el punto de muestreo 1



Elaboración propia

Interpretación: En el presente gráfico de barras se observa la cantidad de cadmio (Cd) contenido en los tejidos comestibles (Mu+Ma+Si+Pie) del bivalvo *Tagelus dombeii* extraídos del punto de muestreo 1, se presenta a la réplica 2 como la mayor concentración encontrada con 1.51 mg/kg de peso húmedo y la menor concentración encontrada es la réplica 1 con 0.60 mg/kg de peso húmedo.

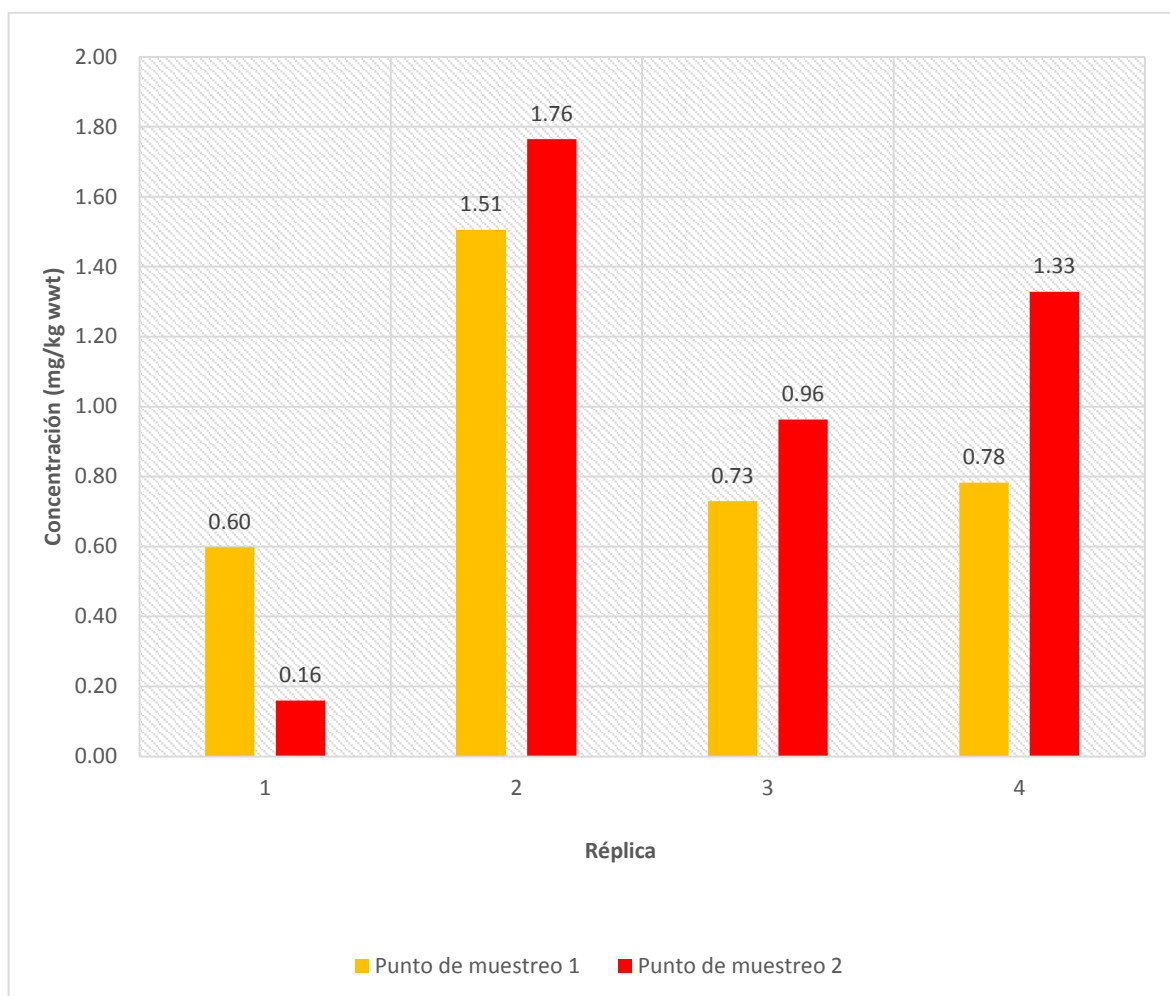
Gráfico 5. Concentración de cadmio en el punto de muestreo 2



Elaboración propia

Interpretación: En éste gráfico de barras se observa la cantidad de cadmio (Cd) contenido en los tejidos comestibles (Mu+Ma+Si+Pie) del bivalvo *Tagelus dombeii* extraídos del punto de muestreo 2, se presenta a la réplica 2 como la mayor concentración encontrada con 1.76 mg/kg de peso húmedo y la menor concentración encontrada es la réplica 1 con 0.16 mg/kg de peso húmedo.

Gráfico 6. Gráfico de resumen



Elaboración propia

Interpretación: Éste gráfico de resumen presenta las concentraciones de cadmio hallados en los 2 puntos de muestreo, el gráfico muestra las diferencias de concentración de plomo acumulado por el bivalvo *Tagelus dombeii* en los distintos puntos de muestreo presentando mayores concentraciones en el segundo punto de muestreo que se encuentra más cercano a la costa.

### 3.1.2 Dimensión: Características

Se tomaron y analizaron las características físicas del bivalvo *Tagelus dombeii*. En cada muestra se tomó la biometría representado por Longitud valvar y Altura valvar, a su vez se tomó el peso de cada individuo (Peso total, Peso blando y Peso de tejido comestible).

#### a. Peso

Se tomó el peso total de individuo sin extraer las valvas, se pesó la cantidad de tejido blando sin valvas y por último se pesó el tejido comestible conformado por musculo, manto, sifón y pie.

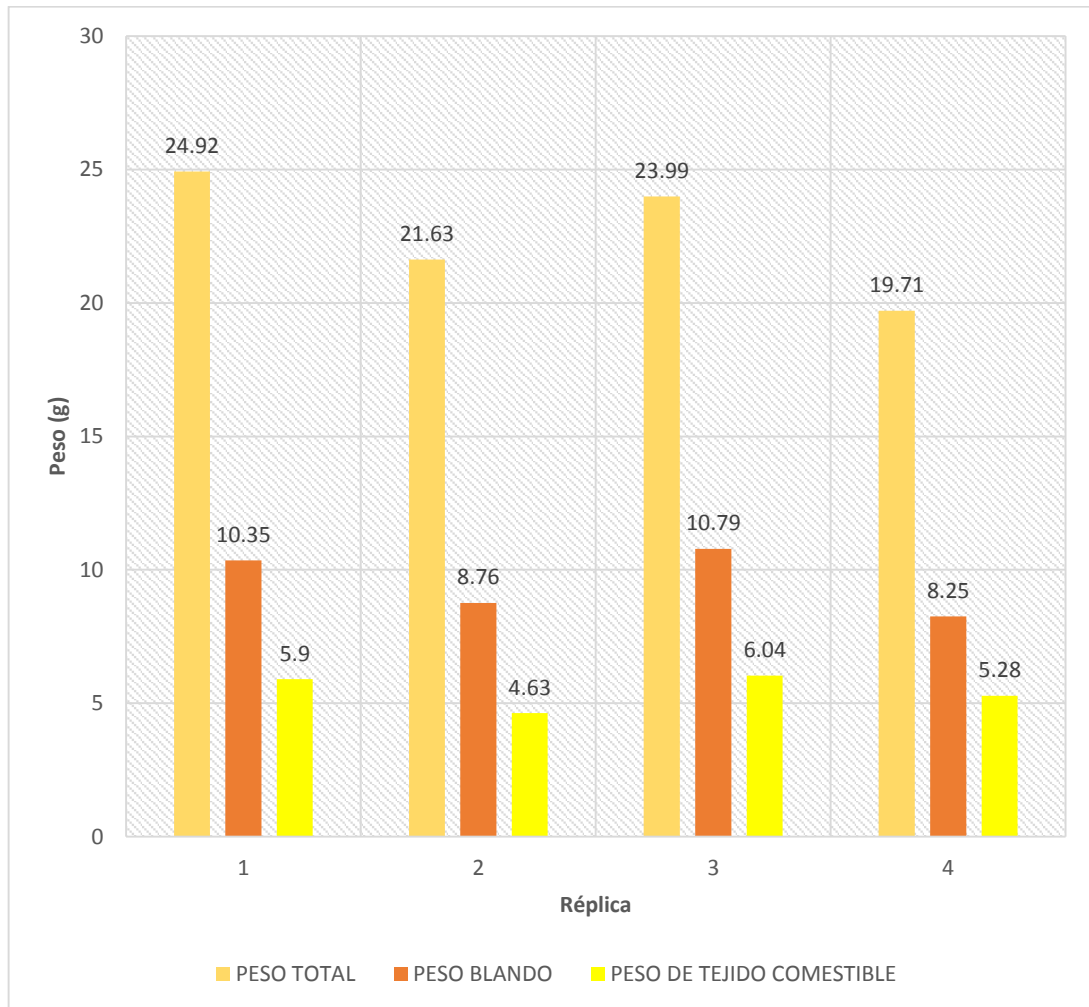
Tabla 3: Pesos

PUNTOS DE MUESTREO	CODIGO DE MUESTRA	PESO TOTAL (g)	PESO BLANDO (g)	PESO DE TEJIDO COMESTIBLE (g)
Punto 1	R1TG	24.92	10.35	5.90
	R2TG	21.63	8.76	4.63
	R3TG	23.99	10.79	6.04
	R4TG	19.71	8.25	5.28
Punto 2	R1TC	20.35	10.86	6.55
	R2TC	16.54	7.78	4.99
	R3TC	17.63	8.89	5.13
	R4TC	16.64	9.25	5.06

Elaboración propia



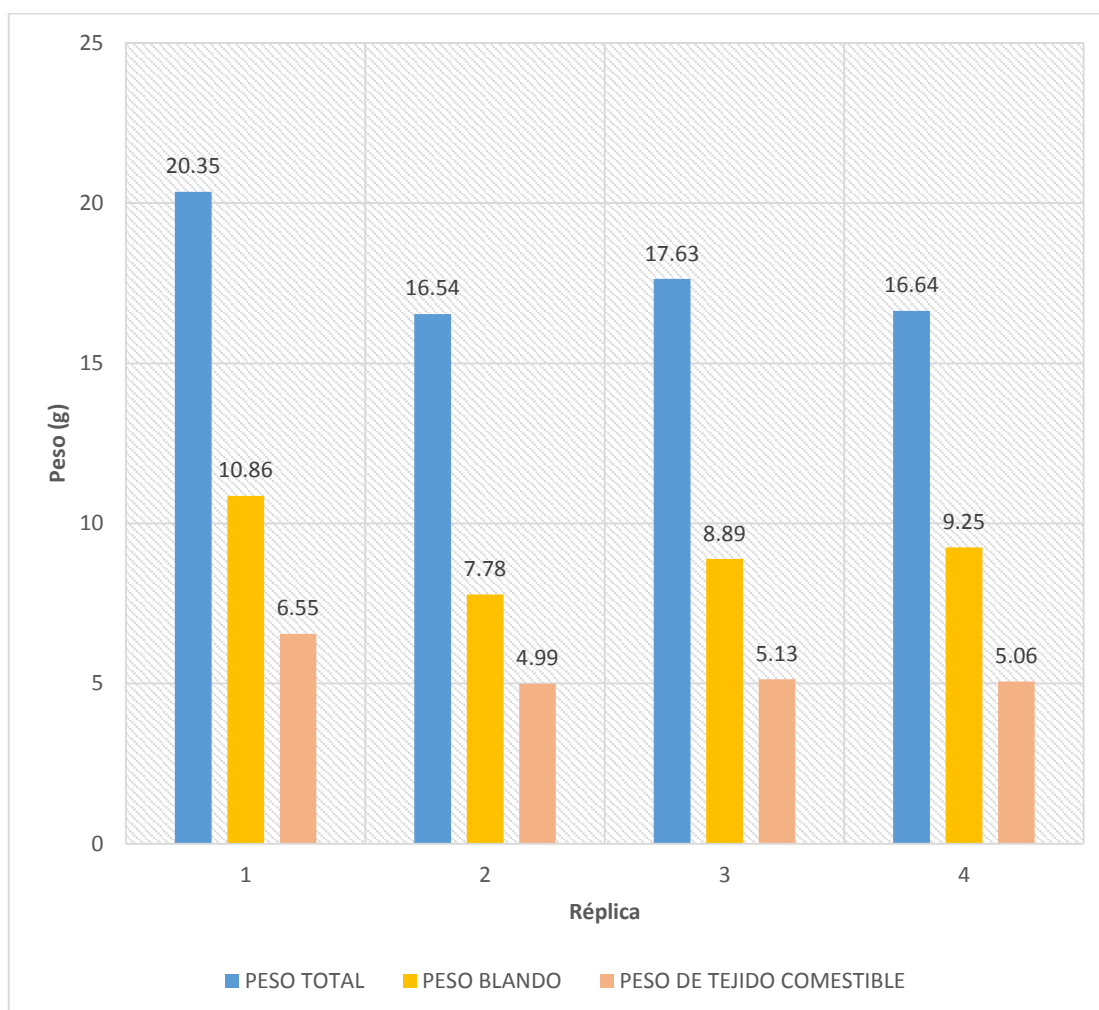
Gráfico 7 Pesos de los bivalvos en el punto de muestreo 1



Elaboración propia

Interpretación: En éste gráfico de barras se observa los pesos obtenidos en los diferentes componentes del bivalvo *Tagelus dombeii*, muestran una pequeña tendencia siendo el mayor peso total, seguido por el tejido blando y por último el tejido comestible.

Gráfico 8. Pesos de los bivalvos en el punto de muestreo 2



Elaboración propia

Interpretación: En éste gráfico de barras se observa los pesos obtenidos en los diferentes componentes del bivalvo *tagelus dombeii*, muestran una pequeña tendencia siendo el mayor peso total, seguido por el tejido blando y por último el tejido comestible.

b. Biometría

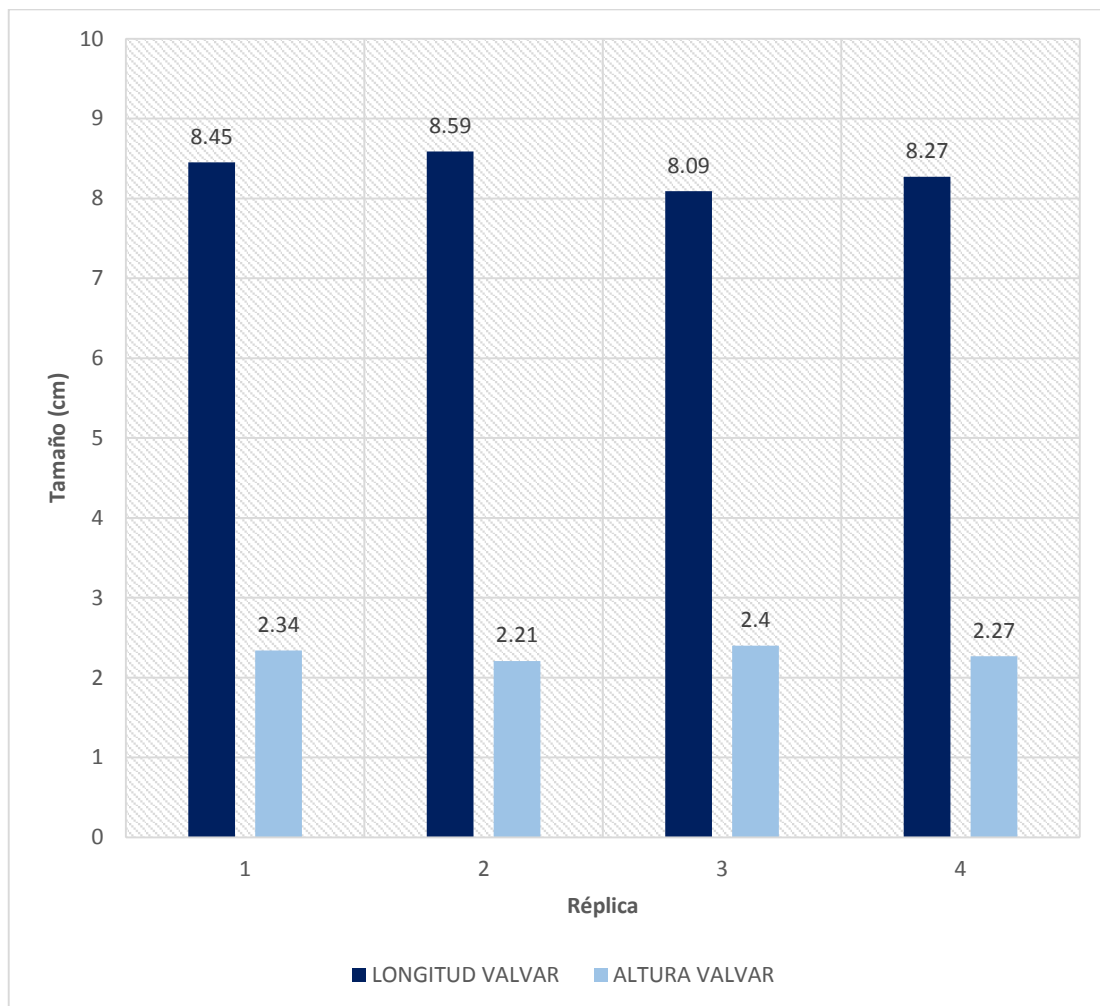
Se tomaron las medidas de longitud valvar y altura valvar del bivalvo *Tagelus dombeii* usando un vernier metálico, las medidas de longitud valvar fueron tomadas de extremo a extremo de la valva y la medida de la altura valvar fue tomada desde el umbo hasta la base (ver anexos).

Tabla 4. Tallas

PUNTOS DE MUESTREO	CODIGO DE MUESTRA	LONGITUD VALVAR (cm)	ALTURA VALVAR (cm)
Punto 1	R1TG	8.45	2.34
	R2TG	8.59	2.21
	R3TG	8.09	2.4
	R4TG	8.27	2.27
Punto 2	R1TC	7.23	2.13
	R2TC	6.97	1.87
	R3TC	7.3	2
	R4TC	6.94	1.85

Elaboración propia

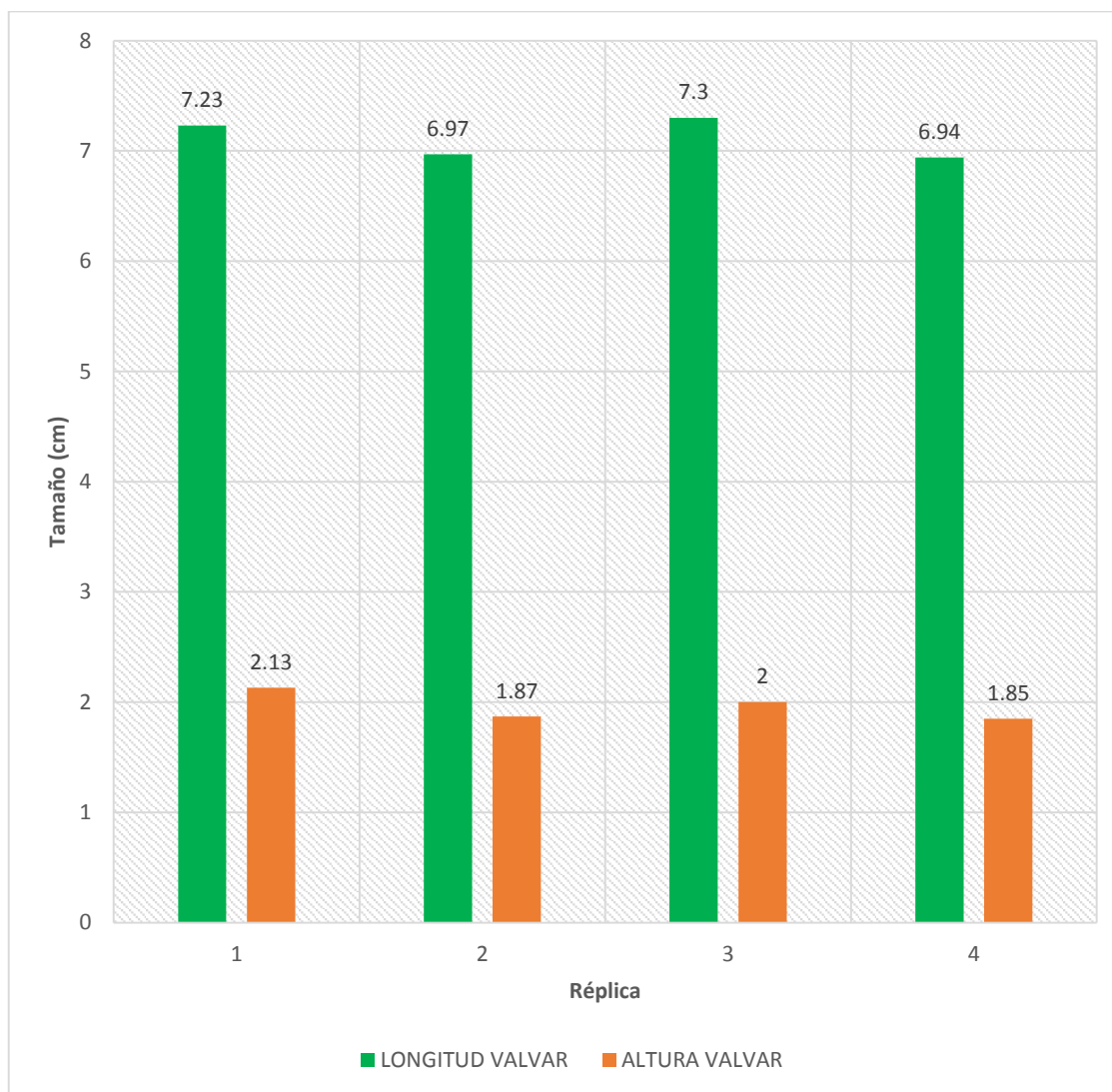
Gráfico 9. Biometría de los bivalvos en el punto de muestreo 1



Elaboración propia

Interpretación: En éste gráfico de barras se observa las tallas obtenidas al medir la longitud y altura valvar del bivalvo *Tagelus dombeii*, se muestra que la réplica 2 posee la mayor longitud valvar con 8.59, en cuanto a altura valvar la réplica 3 es la que mayor longitud tiene con 2.4. En cuanto a la menor longitud la presenta la réplica 3 con 8.09 de longitud valvar y en la réplica 2 con 2.21 de altura valvar.

Gráfico 10. Biometría de los bivalvos en el punto de muestreo 2



Elaboración propia

Interpretación: En éste gráfico de barras se observa las tallas obtenidas al medir la longitud y altura valvar del bivalvo *Tagelus dombeii*, se muestra que la réplica 3 posee la mayor longitud valvar con 7.3, en cuanto a altura valvar la réplica 1 es la que mayor longitud tiene con 2.13. En cuanto a la menor longitud la presenta la réplica 4 con 6.94 de longitud valvar y en la réplica 4 con 1.85 de altura valvar.

### 3.2 Análisis estadístico

Tabla 5. Resultados estadísticos

#### Estadísticos descriptivos:

Variable	Conteo		Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Mínimo	Mediana	Máximo
	total	Media						
CONCENTRACION DE Pb 1	4	0.292	0.305	0.093	104.48	0.086	0.169	0.746
CONCENTRACION DE Cd 1	4	0.904	0.408	0.167	45.18	0.598	0.756	1.506
CONCENTRACION DE Pb 2	4	0.445	0.315	0.099	70.77	0.137	0.433	0.776
CONCENTRACION DE Cd 2	4	1.054	0.680	0.463	64.55	0.160	1.145	1.765

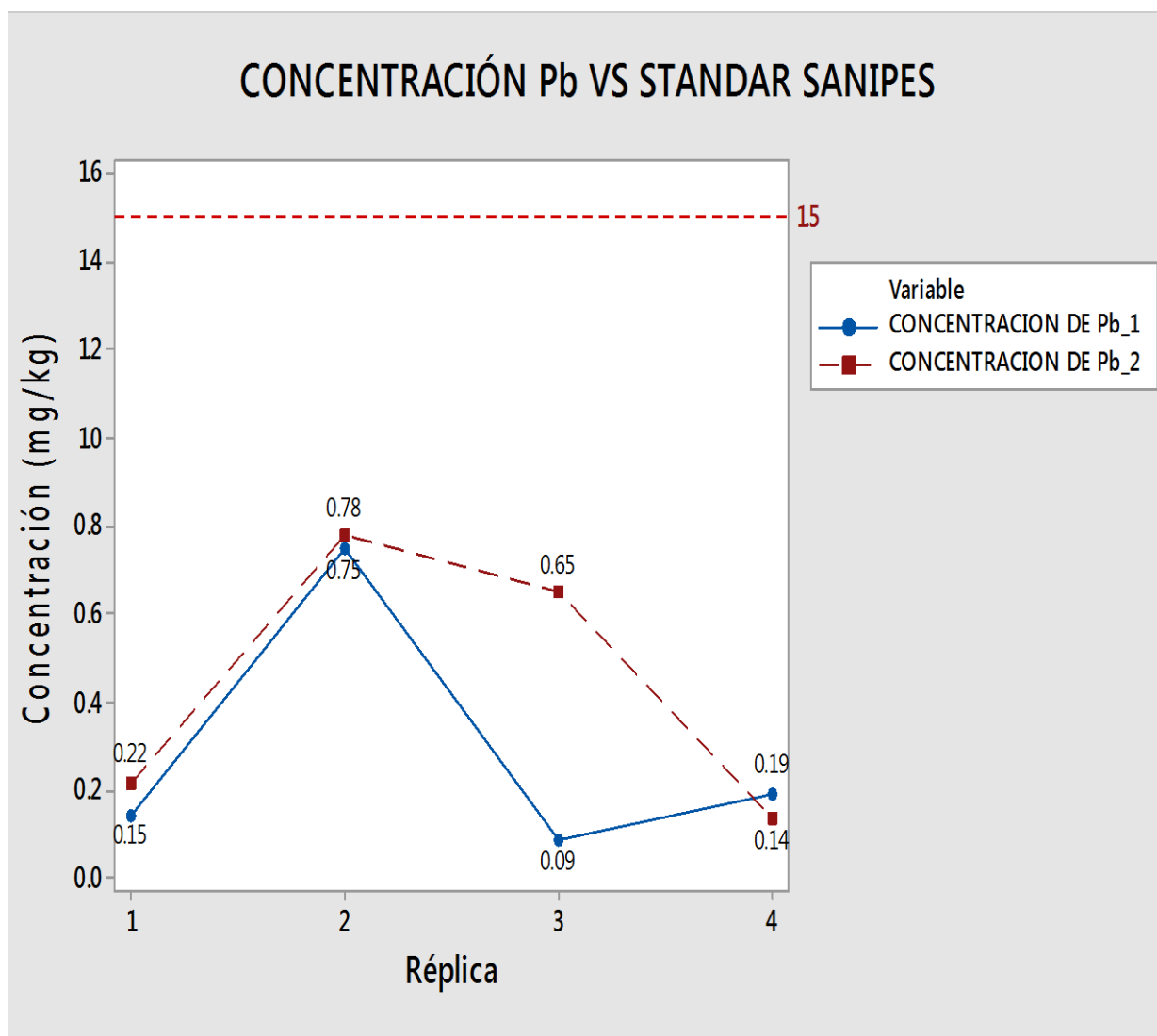
Variable	Rango	Promedio
CONCENTRACION DE Pb 1	0.660	0.29
CONCENTRACION DE Cd 1	0.907	0.90
CONCENTRACION DE Pb 2	0.639	0.44
CONCENTRACION DE Cd 2	1.605	1.05

Interpretación: El presente análisis se realizó para analizar el conjunto de datos hallados podemos observar que las desviaciones estándar son cercanas a cero. Por tanto, nos dice que el conjunto de datos es uniforme.

En cuanto a los promedios podemos visualizar las diferencias de captación de Pb y Cd entre los 2 puntos de muestreo, llegando a considerar al punto de muestreo 2 como más contaminado, a la vez podemos inferir de los resultados del cuadro que los valores promedio de concentración de cadmio son mayores a los de plomo. Por tanto, podemos decir que el punto 2 posee una mayor contaminación por plomo, indicando que el bivalvo *Tagelus dombeii* es un indicador de la presencia de plomo en aguas.

Para llegar al objetivo: Cuantificar y analizar la concentración de plomo (Pb) y (Cd) en los tejidos del bivalvo (*Tagelus dombeii*) extraído en aguas la bahía de Sechura, Piura - 2017. Se realizaron 2 gráficos:

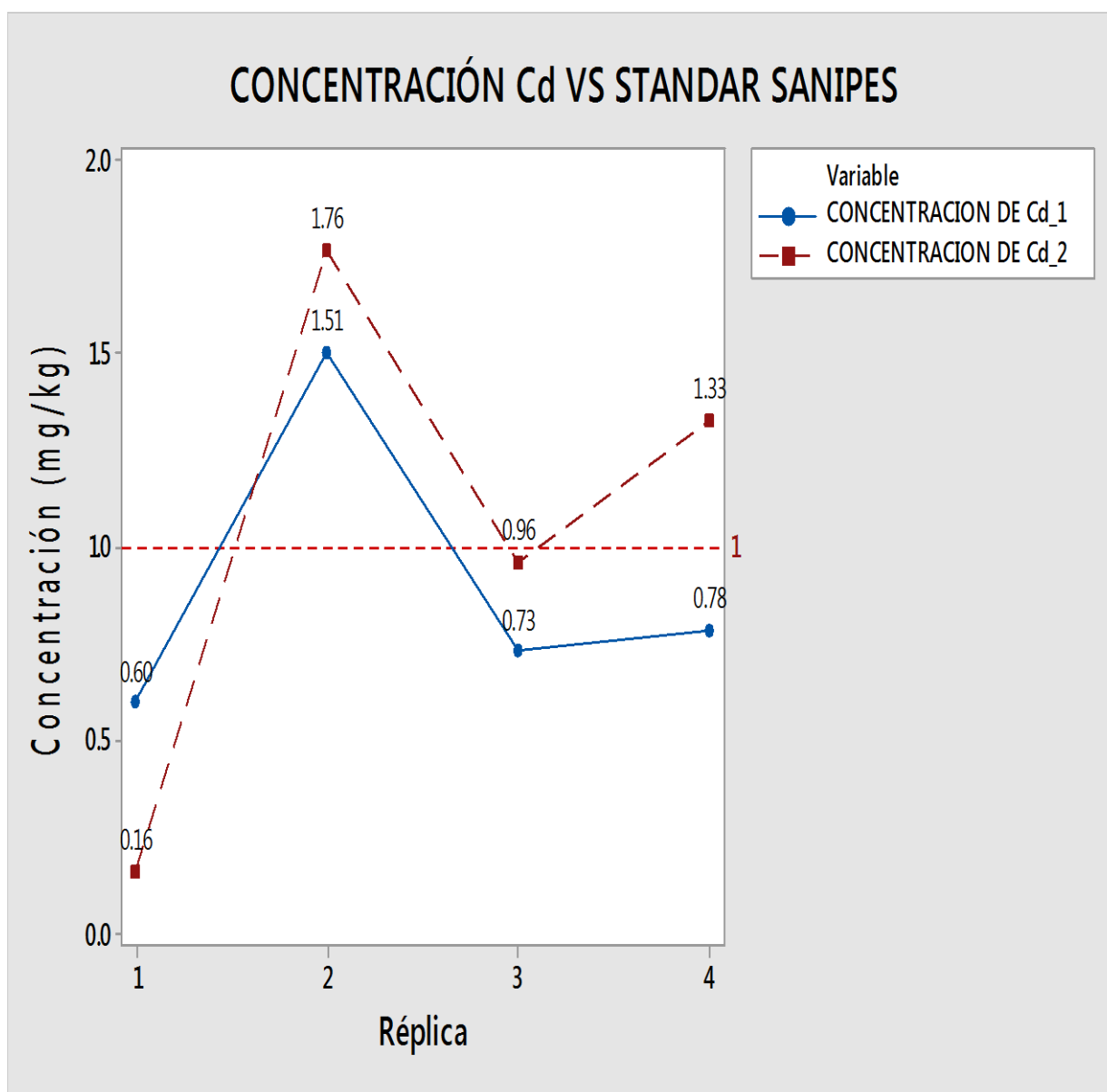
Gráfico 11. Concentración Pb vs STANDAR SANIPES



Elaboración propia

Interpretación: En éste gráfico de serie mostramos las concentraciones de plomo halladas en los bivalvos de los 2 puntos de muestreo. Podemos observar que las muestras no exceden el límite permitido por SANIPES para moluscos.

Gráfico 12. Concentración Pb vs STANDAR SANIPES



Elaboración propia

Interpretación: En éste gráfico de serie mostramos las concentraciones de cadmio halladas en los bivalvos de los 2 puntos de muestreo. Podemos observar que encontramos 3 muestras que exceden el límite permitido por SANIPES para moluscos.



#### **IV. DISCUSIÓN**

En cuanto a la discusión de resultados podemos determinar que el punto de muestreo 1 y 2 son distintos, siendo el punto 2 el que presenta un mayor contenido de los metales estudiados en comparación del otro punto de muestreo.

En cuanto a la determinación de plomo y cadmio en los tejidos del bivalvo *Tagelus dombeii* podemos decir que el plomo se encuentra en niveles aceptables, dentro de los rangos obtenidos en otros estudios con otras especies y en otros lugares de muestreo.

Las concentraciones de plomo estuvieron dentro de los límites máximos permitidos internacionalmente (Reglamento 333/ 2007), en el caso del cadmio se encontraron 3 muestras que exceden el límite máximo permitido.

Podemos inferir que a un menor tamaño observamos una mayor concentración de metal.

En cuanto a los pesos y tallas del bivalvo *Tagelus dombeii* se encuentra dentro del rango normal.

## V. CONCLUSIÓN

Concluimos que mediante el uso del bivalvo *Tagelus dombeii* podemos determinar la presencia de ambos metales en la bahía de Sechura, pero en pequeñas cantidades.

Determinamos que los individuos analizados en los puntos de muestreo 1 y 2 presentan una concentración de plomo aceptable en sus tejidos comestibles. Por tanto, no exceden el límite permitido aplicado por SANIPES. En cuanto al análisis de ambos puntos de muestreo determinamos que las muestras extraídas en el punto de muestreo 2 presentan una mayor concentración de plomo acumulado determinando así que en esta área el plomo se encuentra más biodisponible para ser captado por el bivalvo *Tagelus dombeii*.

En cuanto a las concentraciones de cadmio encontradas podemos afirmar que los individuos analizados en el punto de muestreo 1 presentan una menor captación de cadmio. Sin embargo, podemos resaltar que encontramos un bivalvo con 1.51 mg/kg ww de cadmio acumulado y éste excede el límite permitido por SANIPES. En cuanto al punto 2 de muestreo 2 muestras exceden el límite permitido por SANIPES con concentraciones de 1.76 y 1.33 mg/kg ww.

El bivalvo *Tagelus dombeii* tiene una mayor afinidad por bioacumular cadmio en sus tejidos llegando a sobrepasar el límite máximo permitido por SANIPES.

Concluimos que el bivalvo *Tagelus dombeii* se encuentra expuesto a los metales estudiados, facilitando su acumulación en los tejidos comestibles y siendo un riesgo para las personas que lo consumen e indicando contaminación del ecosistema marino.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda analizar los componentes ambientales en el cual se desarrolla el individuo. A su vez se debe analizar concentraciones en diferentes tamaños del bivalvo *tagelus dombeii* con el fin de ver la tendencia de acumulación de los metales en los tejidos.

Se recomienda analizar el contenido digestivo e intestinos, ya que eso nos daría una referencia de lo que consume y si éste alimento se encuentra contaminado por metales pesados.

Se recomienda tomar una mayor cantidad de puntos de monitoreo en lugares de posible contaminación por metales con el bivalvo *tagelus dombeii* trasplantado a fin de observar las variaciones en acumulación de plomo y cadmio.

Se recomienda analizar distintos metales en la especie *tagelus dombeii* con el fin de analizar la cantidad que puedan captar y si son buenos bioacumulándola.

Se recomienda analizar muestras en individuos de cadena trófica más alta con el fin de observar si la cantidad que se acumula es mayor y si se produce biomagnificación.

Se recomienda el uso del bivalvo *tagelus dombeii* como bioindicador de la presencia de cadmio, ya que presenta una afinidad por bioacumular este metal.

## VII. REFERENCIAS

1. Area Funcional de Investigaciones Marino Costeras. 2014. Evaluación y determinación de los impactos ambientales generados por las principales actividades productivas en la bahía de Sechura y zonas aledañas. Sechura: Dirección General de Investigaciones en Acuicultura, 2014.
2. Baqueiro-Cardenas, E., y otros. 2007. Los moluscos y la contaminación. Una revisión. [Revista] Tamaulipas: Centro de investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional, 2007.
3. Barrenechea, Ana. 2004. Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua. BVSDE. [En línea] CEPIS, 2004. [Citado el: 20 de noviembre de 2016.] <http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manuall/tomol/uno.pdf>
4. Benedicto, J., y otros. 2003. Distribución espacial y tendencias temporales de los niveles de metales traza en el litoral de Andalucía utilizando mejillón *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 como organismo indicador: 1991-2003. Instituto Español de Oceanografía, págs. 31-39.
5. Chen, A. y Broce, K. 2015. Determinación de metales pesados mediante el uso del Artificial Mussel bajo condiciones controladas de pH, salinidad y temperatura: Estudio de validación. [Artículo] Veraguas: Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidroténicas de la Universidad Tecnológica de Panamá, 2015.
6. Coles [et al.]. *Alteration of the immune response of the common marine mussel Mytilus edulis resulting for exposure to cadmium* . [Article] United Kingdom : Dis aqual Org, 1995.
7. Corrales, M. 2015. Acumulación de metales pesados en bivalvos y sus efectos tóxicos en la salud humana: Perspectivas para el estudio en Costa Rica. Portal de Revistas Académicas de la Universidad de Costa Rica. [En línea] 20 de octubre de 2015. [Citado el: 23 de febrero de 2017.] <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/pensamiento-actual/article/view/22603/24027>. 2215-3586.
8. Combariza, David. 2009. Contaminación por metales pesados en el embalse de Muña y su relacion con los niveles en sangre de plomo, mercurio y cadmio y sus alteraciones de salud en los habitantes del municipio Sibaté (Cundinamarca) 2007. [En línea] 2009. [Citado el: 05 de octubre de 2016.] <http://www.bdigital.unal.edu.co/2341/1/597588.2009.pdf>.
9. Espino, G., Hernández, S. y Carbajal, J. 2000. Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores). México: Plaza y Valdés, S.A. de C.V., 2000. 968-856-853-8.
10. Guillen, O., Ashtu, V. y Aquino, R. 1980. Contaminación marina en el Perú. Lima: Instituto del Mar Peruano, 1980.
11. Gutiérrez, E., y otros. 1992. ResearchGate. [En línea] diciembre de 1992. [Citado el: 20 de febrero de 2017.] [https://scholar.google.com/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=es&user=B](https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=es&user=B)

- uu3u4UAAAAJ&citation\_for\_view=Buu3u4UAAAAJ:M3ejUd6NZC8C. 0185-3880.
12. Hernández, Roberto, Fernandez, carlos y Baptista, Pilar. 2010. Metodología de la Investigación. D.F.: McGRAW-HILL, 2010. 978-607-15-0291-9.
  13. Jacinto, M. y Aguilar, S. 2007. Sistema de Bibliotecas y Biblioteca Central - UNMSM. [En línea] diciembre de 2007. [Citado el: 21 de febrero de 2017.] <http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/biologia/v14n2/pdf/a24v14n2.pdf>. 1727-9933.
  14. Llanes, C. y Gonzáles, N. 2002. Evaluación de los mejillones *Mytilopsis sallui* (Reclúz) y *Brachidontes exustus* (Linné) como bioindicadores de materia orgánica en la bahía de Chetumal, México. [Artículo] Chetumal: ECOSUR, 2002. 0186-2979.
  15. López, Pedro. 2004. Población Muestra y Muestreo. Cochabamba: SCIELO, 2004. Vol. IX. 1815-0276.
  16. Marín, A. 2007. Aproximación ecotoxicológica a la contaminación por metales pesados en la laguna costera del Mar Menor. [Tesis] Murcia: Departamento de Ecología e Hidrología, 2007.
  17. Mendiz, N. 2010. *Tagelus dombeii* (Lamarck, 1818): antecedentes de la especie. [Artículo] Puerto Montt: Sociedad Malacológica de Chile, 2010. 333-352.
  18. Ordinola, E., Alemán, S. y Vera, M. 2013. Características biológicas de una población de *Pteria sterna* (Bivalvia: Pteriidae) en Zorritos, Tumbes, Perú. [Artículo] Zorritos: Revista peruana de Biología, Facultad de Ciencias Biologicas UNMSM, 2013. Vol. 20. 1561-0837.
  19. Perez, Ramon. 2011. Efectos de los metales pesados en el medio ambiente y la salud humana. [Tesis] Pinar del Río: Universidad de Pinar del Río, 2011.
  20. Rainbow, P. *Ecophysiology of trace metal uptake in crustaceans*. [Article] London : Coastal and Shelf Science, 1997.
  21. Ramírez, Alberto. 2004. Postgrado UNE. Postgrado UNE. [En línea] - de enero de 2004. [Citado el: 10 de noviembre de 2016.] <http://www.postgradoune.edu.pe/documentos/ALBERTORAMIREZMETODOLOGIADELAINVESTIGACIONCIENTIFICA.pdf>.
  22. Segovia, J., y otros. 2003. *Mytilus californianus* transplantados como bioindicadores de surgencia a dos zonas en Baja California, México. Ciencias Marinas. [En línea] Setiembre de 2003. [Citado el: 10 de febrero de 2017.] <http://www.cienciasmarinas.com.mx/index.php/cmarinas/article/view/185>. 2395-9053.
  23. Sierra, C. 2011. Calidad del agua, evaluación y diagnóstico. Bogotá : Ediciones de la U, 2011. 978-958-8692-06-7.
  24. Sigüencia, R. 2010. Niveles de coliformes totales y *Echerichia coli* en bivalvos de interés comercial *Ostrea columbiensis* y *Mytella Guayanensis* (Molusca: Bivalvia) como bioindicador de contaminación biológica en el estero Puerto Hondo, provincia del Guayas - Ecuador. [Tesis] Guayaquil: Universidad de Guayaquil, 2010.

25. Velásquez, D. 2005. Determinación de metales pesados en biota (*Mytilus chilensis*) y sedimentos de la bahía de Corral, provincia de Valdivia, X región. [Tesis] Valdivia: Escuela de Química y Farmacia, 2005.
26. Waldichuk, M. 1978. La contaminación mundial del mar: Una recopilación. [Colección técnica] Paris: UNESCO, 1978. 92-3-301551-3.

## Anexo 1: Matriz de consistencia

### Título: "DETERMINACIÓN DE PLOMO (Pb) y CADMIO (Cd) MEDIANTE EL USO DEL BIVALVO (*TAGELUS DOMBEII*) EN AGUAS DE LA BAHÍA DE SECHURA, PIURA - 2017"

TIPO	PROBLEMA	OBJETIVO	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALAS DE MEDICIÓN
GENERAL	- ¿Cómo determinar plomo (Pb) y cadmio (Cd) mediante el uso del bivalvo ( <i>Tagelus dombeii</i> ) en aguas de la bahía de Sechura, Piura - 2017?	- Determinar plomo (Pb) y cadmio (Cd) mediante el uso del bivalvo ( <i>Tagelus dombeii</i> ) en aguas de la bahía de Sechura – Piura 2017.	Bivalvo ( <i>Tagelus dombeii</i> )	Según Baqueiro-Cardenas, [et al.] (2007), los bivalvos son organismos que filtran el agua para poder alimentarse facilitando la bioacumulación de metales en sus tejidos.	Se extrajeron muestras de: Bivalvos: mediante buceo semi-autónomo y se seleccionaron 8 tamaños de la especie ( <i>Tagelus dombeii</i> ) por punto de muestreo. Se lavaron las muestras en laboratorio con agua des ionizada y se realizó el pesado, la medición de los individuos. Posteriormente se diseccionó (mu+ma+si+pie), los cuales fueron digestados para su medición analítica. Se midió la concentración de Pb y Cd en tejidos comestibles mediante un análisis en el espectrofotómetro de absorción atómica.	Concentración del metal	Pb	mg/kg wwt
							Cd	mg/kg wwt
ESPECIFICO	- ¿Cuál es la concentración de plomo (Pb) y cadmio (Cd) en el bivalvo ( <i>Tagelus dombeii</i> ) extraído en aguas de la bahía de Sechura, Piura - 2017?  - ¿Cuáles son las características del bivalvo ( <i>Tagelus dombeii</i> ) extraído en aguas de la bahía de Sechura, Piura - 2017?	- Cuantificar y analizar la concentración de plomo (Pb) y cadmio (Cd) en el bivalvo ( <i>Tagelus dombeii</i> ) extraído en aguas de la bahía de Sechura, Piura – 2017.  - Evaluar las características del bivalvo ( <i>Tagelus dombeii</i> ) extraído en aguas de la bahía de Sechura, Piura – 2017.	Bivalvo ( <i>Tagelus dombeii</i> )	Según Baqueiro-Cardenas, [et al.] (2007), los bivalvos son organismos que filtran el agua para poder alimentarse facilitando la bioacumulación de metales en sus tejidos.	Se extrajeron muestras de: Bivalvos: mediante buceo semi-autónomo y se seleccionaron 8 tamaños de la especie ( <i>Tagelus dombeii</i> ) por punto de muestreo. Se lavaron las muestras en laboratorio con agua des ionizada y se realizó el pesado, la medición de los individuos. Posteriormente se diseccionó (mu+ma+si+pie), los cuales fueron digestados para su medición analítica. Se midió la concentración de Pb y Cd en tejidos comestibles mediante un análisis en el espectrofotómetro de absorción atómica.	Características	Peso	g
							Talla	cm

## Anexo 2: Instrumento de registro de datos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### REGISTRO DE DISECCION

REALIZADO POR: Antonio Díaz Bello

RESPONSABLE: Antonio Díaz Bello

FECHA:					LOCACION:			ESPECIE:	
					SL			Tagebus Dambui	
RÉPLICA	INDIVIDUO	ANÁLISIS	LONG 01 Long. Valvar	LONG 02 Altera Valvar	PESO TOTAL	PESO BLANDO	TIPO DE TEJIDO	PESO TEJ. COMEST.	Peso Muestra VIAL Peso Muestra
R1TG	1 und.	Metales	8.45	2.34	24.9243	10.3468	HO+HA+SI+PE	5.8951	1.7133
R2TG	"	"	8.59	2.21	21.6256	8.7613	"	4.6315	1.7767
R3TG	"	"	8.09	2.4	23.9904	10.7899	"	6.0428	1.7472
R4TG	"	"	8.27	2.27	19.7052	8.2505	"	5.2787	1.5651
R1TC	"	"	7.23	2.13	20.3538	10.8620	"	6.5536	1.7206
R2TC	"	"	6.97	1.87	16.5426	7.7800	"	4.9890	1.2892
R3TC	"	"	7.3	2	17.6262	8.8885	"	5.1312	1.4804
R4TC	"	"	6.94	1.85	16.6400	9.2485	"	5.0643	1.8255

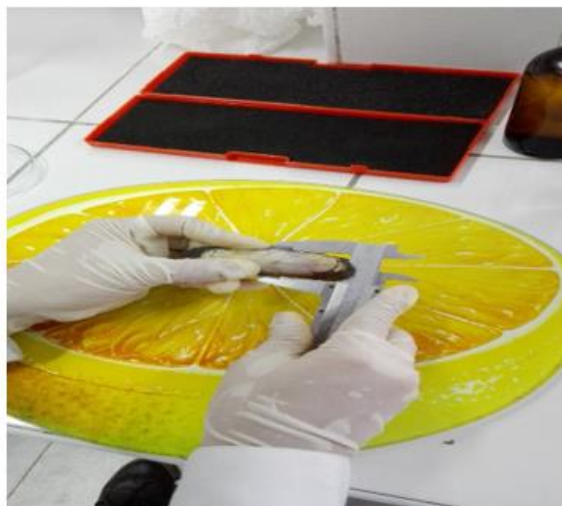
FUENTE: Elaboración propia



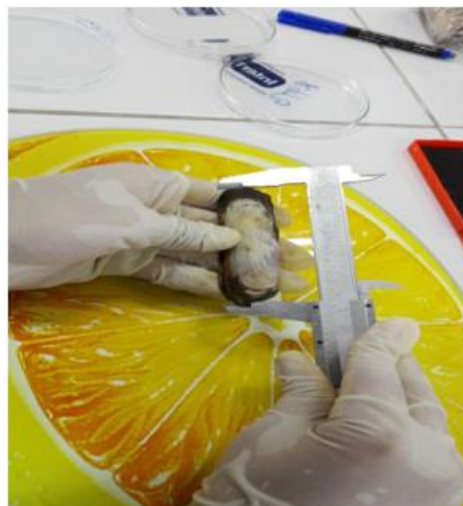
Anexo 3: Imágenes del muestreo en campo y de laboratorio

Buzos preparándose para la extracción de muestras.	Buzo coordinando con el navegante.
	
Separación de muestras en placas Petri para su lavado.	Disección de muestras.
	

Biometría del bivalvo *Tagelus dombeii*, se está tomando la medida de altura valvar.



Biometría del bivalvo *Tagelus dombeii*, se está tomando la medida de longitud valvar.



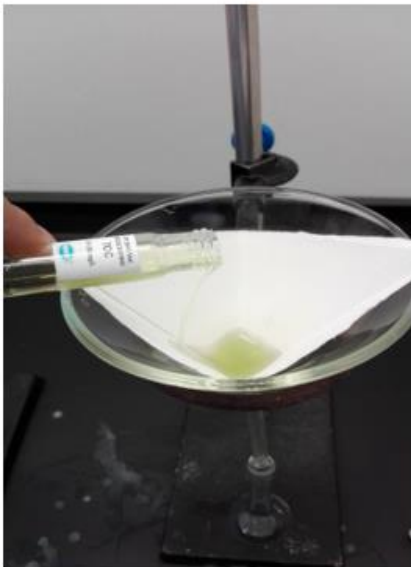

Partes del tejido comestible diseccionado para análisis



Peso de muestra en vial.



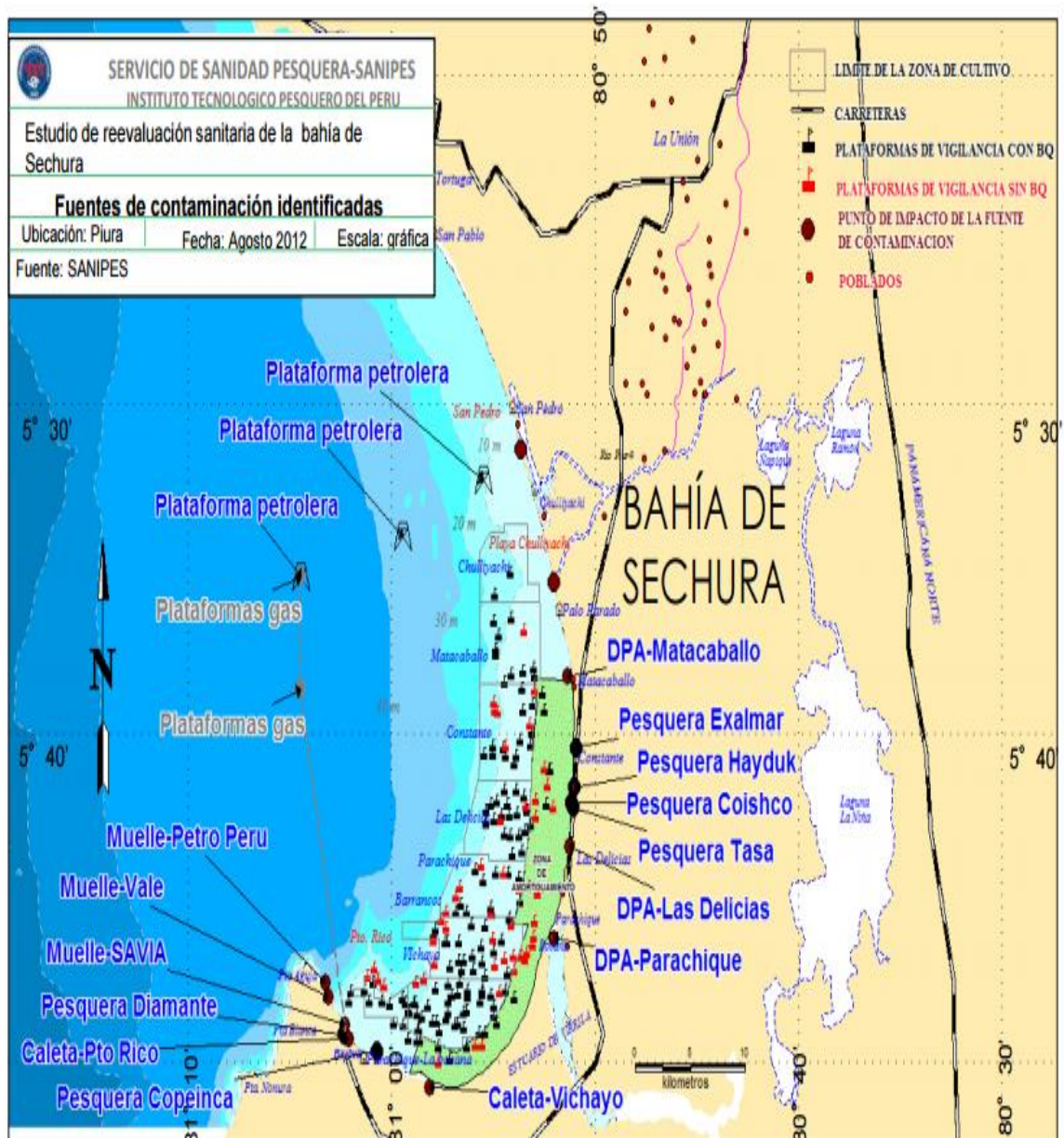
Muestras pesadas para digestión ácida y backup.	Digestión ácida con 5 ml de ácido nítrico.
	

Filtrado de muestras digeridas y recuperadas en fioles de 25 ml.	Muestras listas para lectura en espectrofotometría de absorción atómica.
	



## Anexos 4.

Figura 4. Imagen de fuentes de contaminación de la bahía de Sechura.



Fuente: Sanipes. Agosto, 2012

Figura 5. Imagen para la identificación de la navajuela (*Tagelus dombeii*)



Fuente: IMARPE. Diciembre, 2015



## Anexo 5.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### INFORME DE ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE : ANTONIO DÍAZ BELLO  
PROCEDENCIA : PIURA/ PIURA/ SECHURA  
MUESTRA DE : EXTRACTOS TEJIDOS MUSCULAR  
REFERENCIA : H.R. 59458  
BOLETA : 532  
FECHA : 07/07/17


Nº LAB	CLAVES	Pb ppm	Cd ppm
4764	Blanco	0.000	0.000
4765	R1TC	0.015	0.011
4766	R1TG	0.010	0.041
4767	R2TG	0.053	0.107
4768	R2TC	0.040	0.091
4769	R3TC	0.039	0.057
4770	R3TG	0.006	0.051
4771	R4TC	0.010	0.097
4772	R4TG	0.012	0.049



*[Signature]*  
Dr. Sady García Bendejú  
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM  
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622  
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

## ANEXO 6.

	<b>ORGANISMO NACIONAL DE SANIDAD PESQUERA - SANIPES</b>		<b>SUB DIRECCION DE SUPERVISION ACUÍCOLA</b>	
			<b>P02-SDSA-SANIPES</b>	
	<b>PROCEDIMIENTO:</b> Control Oficial de Zonas y Áreas de Producción Clasificadas de Moluscos Bivalvos.		Revisión 01 Julio 2016	Página: 9 de 16

### 7.1.3 Indicadores y frecuencia:

Tipo de Indicadores	Muestras	Indicadores	Limites Máximos Permisibles	Documento Normativo	Frecuencia (1)		
Microbiológicos	Agua	Coliformes termotolerantes	≤ 14 NMP/100mL (Área Tipo A) ≤88 NMP/100mL (Área Tipo B)	D.S. N° 002-2008-MINAM	Quincena		
	Moluscos	E. Coli	< 230 NMP/100g (Área Tipo A)* < 4600 NMP/100g (Área Tipo B)* < 46000 NMP/100g (Área Tipo C)**	*D.S. 07-2004-PRODUCE **Reglamento (CE) N° 854-2004, anexo 2, capítulo 2	Quincena		
		Salmonella	Ausencia en 25g.	No aplica	Quincena		
		Virus Hepatitis A (VHA)	Genoma de Virus No Detectado en 2 gr de hepatopáncreas	No Aplica	Quincena		
Químicos	Agua de mar  Extracción y cultivo de moluscos bivalvos (C1)	Metales: - Cromo VI Cr - Arsénico As - Selenio Se - Manganeso Mn - Zinc Zn - Plata Ag - Cadmio Cd - Mercurio Hg - Plomo Pb - Níquel Ni	0.05 mg/L** 0.05 mg/L** 0.071 mg/L** 0.1 mg/L* 0.081 mg/L* 0.0019 mg/L* 0.01 mg/L** 0.00094 mg/L** 0.0081 mg/L** 0.0082 mg/L**	*R.M.730-2003-SA/DM ** D.S. N° 015-2015-MINAM	Semestral		
		Hidrocarburo de petróleo totales	0.007 mg/L	D.S. N° 015-2015-MINAM	Semestral		
		Detergentes (sustancias activas al azul de metileno- SAAM)	0.5 mg/L	R.M.730-2003-SA/DM	Semestral		
		Fenol	0.01 mg/L	R.M.730-2003-SA/DM	Semestral		
		Aceites y grasas	1.0 mg/L	D.S. N° 015-2015-MINAM	Semestral		
	Moluscos	Metales: - Cadmio Cd - Mercurio Hg - Plomo Pb	1.0 mg/Kg de peso fresco 0.5 mg/Kg de peso fresco 1.5 mg/Kg de peso fresco	Reglamento (CE) N°1881-2006 anexo, sección 3	Semestral		
	Biotoxinas Marinas	Moluscos	Lipofílica	Ácido ocálico	160 µg de equivalentes de ácido ocálico /Kg	REGLAMENTO (CE) N° 853/2004	Semanal
				Pectenotoxinas			
				Dinofisistoxinas			
Yesotoxinas				3.75 mg equivalente de yesotoxina /Kg			
Azaspirácidos				160 µg de equivalentes de azaspirácido /Kg			
Paralítica			800 µg /Kg	Semanal			
Amnésica	20 mg de ácido domoico/ Kg	Semanal					

(1) La Frecuencia podrá ser modificada dependiendo de la evaluación en el área o zona de producción clasificada, según disponga el SANIPES.